
Creatividad, Investigación y
Lógica Transcursiva
II
LT
Dante Salatino
Guillermo Cuadrado &
Luis Gómez
EDITORES

Lógica Transcursiva, una puerta a la creatividad.
Dante R. Salatino, 2019

2do FORO INTERNACIONAL SOBRE CREATIVIDAD INVESTIGACIÓN Y LÓGICA TRANSCURSIVA

Organizó

Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional

Secretaría de Extensión Universitaria

Departamento de Materias Básicas

Grupo de Investigación en Matemática Aplicada a la Ingeniería y Gestión (IEMI)

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información

Universidad Tecnológica Nacional

Rector: Ing. Héctor Aiassa
Vicerrector: Ing. Haroldo Avetta

Facultad Regional Mendoza

Decano: Esp. Ing. José Balacco
Vicedecano: Ing. Ricardo Antonio Fuentes
Secretaria Académica: Ing. Nidia Viviana Brusadin
Secretario Administrativo: Ing. Ángel Oscar Pitton
Secretario de Extensión Universitaria: Ing. Carlos Oscar Mallea
Secretario de Ciencia Tecnología y Posgrado: Ing. Antonio Álvarez Abril
Secretario de Asuntos Estudiantiles: Ing. Adrián Sierra
Secretario de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: Ing. Jorge Abraham

Comisión académica evaluadora de los trabajos

Dr. Dante Roberto Salatino (UNCuyo)
Dr. Ing. Guillermo Alberto Cuadrado (FRM-UTN, UNCuyo)
Lic. Luis Gómez (FRM-UTN, UNCuyo)

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Mendoza

2do FORO INTERNACIONAL SOBRE CREATIVIDAD INVESTIGACIÓN Y LÓGICA TRANSCURSIVA

Dante Salatino, Guillermo Cuadrado
& Luis Gómez
(Editores)

Facultad Regional Mendoza
Universidad Tecnológica Nacional

2019

2^{do} FORO INTERNACIONAL SOBRE CREATIVIDAD, INVESTIGACIÓN Y LÓGICA TRANSCURSIVA

Editores:
Dante Roberto Salatino
Guillermo Alberto Cuadrado
Luis Eduardo Gómez

Diseño de cubierta
Diego Andrés Salatino

Primera edición. Mendoza, 2019.

Salatino, Dante Roberto
Segundo Foro Internacional sobre creatividad, investigación y lógica transcursiva / Dante Roberto Salatino ; Guillermo Alberto Cuadrado ; Luis Eduardo Gómez. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, 2019.
360 p. ; 22 x 15 cm.

ISBN 978-950-42-0194-6

1. Ciencia. 2. Investigación. 3. Lógica. I. Cuadrado, Guillermo Alberto II. Gómez, Luis Eduardo III. Título
CDD 507.2

ISBN 978-950-42-0194-6
Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723
Grupo de Investigación en Matemática Aplicada
a la Ingeniería y Gestión (IEMI)
Facultad Regional Mendoza,
Universidad Tecnológica Nacional
Rodríguez 273, Ciudad
M5502JMA Mendoza, República Argentina

Índice

	Prólogo *Guillermo A. Cuadrado*	11
	Autores y Filiación	19
I	**Fundamentación y Lógica Transcursiva**	**21**
1.	Fundamentos de un nuevo método de Investigación *Dante Roberto Salatino*	23
2.	La lógica dentro de la lógica – Reinterpretación del álgebra de Boole desde la L. Transcursiva *Dante Roberto Salatino*	67
3.	Resolución de problemas en Ingeniería – La perspectiva del agente *Guillermo Cuadrado; Juan Redmond; Rodrigo López*	101
4.	Un modelo de investigación – Visto desde la Lógica Transcursiva *Ricardo Césari; Matilde Césari*	139
II	**Investigación y Lógica Transcursiva**	**157**
5.	Riesgo de autismo en la descendencia lograda mediante técnicas de reproducción asistida – Un análisis desde la Lógica Transcursiva *Dante R. Salatino; Alberto E. Tersoglio*	159
6.	La neurona como PAU eléctrico *Dante R. Salatino; Alfredo E. Puglesi*	189
7.	Riesgos e infraestructuras críticas – Una interpretación desde la Lógica Transcursiva Dante R. Salatino; Gustavo A. Masera; Ricardo Palma	227
8.	Análisis de la inducción desde la Lógica Transcursiva *Ítalo Alejandro Ortiz*	249
III	**Creatividad e Innovación**	**271**
9.	Arte y tecnología en los mecanismos cinéticos de Theo Jansen – Una interpretación desde la Lógica Transcursiva *Gustavo A. Masera; María G. Vásquez; Dante R.*	273

Salatino; Ricardo Palma
10. La Teoría del Comportamiento Planeado desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva – Implicancias para su aplicación en organizaciones privadas del área de ingeniería y financieras 293
Esteban Anzoise; Cristina Scaraffia; Julio Cuenca
11. El registro fotográfico y la Historia según la Lógica Transcursiva – El caso de las mujeres vendimiadoras (Mendoza, 1910) 323
María Gabriela Vásquez; Dante Roberto Salatino
12. La tesis de la inconmensurabilidad – Un enfoque transcursivo de la evolución teórica 337
Luciano Paolo Russo

No pasará de lo superficial todo aquel análisis que acepte interpretar las apariencias llevado por la frenética seducción del razonamiento, desconociendo que gran parte del misterio radica, no en lo 'lógico' que pasa raudo delante suyo llevado en andas por lo cotidiano, sino en la caravana que le da sustento y él no ve.

Dante Roberto Salatino, 2012

2do Foro Internacional sobre Creatividad, Investigación y Lógica Transcursiva

Prólogo

Guillermo A. Cuadrado

La Lógica Transcursiva es un método complementario de la investigación científica que se sustenta en la perspectiva del sujeto que observa el contexto del mundo. Es evidente que la creación de nuevos conocimientos sobre un determinado tema reside, de manera insoslayable, en la intuición y la imaginación del sujeto que indaga las incógnitas de la realidad, sin importar si son grandes o pequeñas. Por cierto, toda investigación se compone de un objeto de estudio y un método que posibilita su análisis. El primero es siempre una porción de realidad que se observa y se estudia de cierta manera; mientras que el segundo, cuando se trata de la Lógica Transcursiva como método, indaga esa realidad considerando no sólo sus manifestaciones evidentes, sino que también tiene en cuenta la perspectiva del observador.

Por otra parte, conviene tener en cuenta que tanto el conocimiento científico como el método tienen dos componentes cada uno. Las dos del primero son: una componente abstracta, fundada en teorías, y otra empírica, basada en los hechos. Mientras que las dos opciones del método científico son el descubrimiento y la validación. Sin embargo, un descubrimiento no se equipara con los hechos ni su validación con una teoría, y debido a esto, es necesario observar su producto lógico.

Las razones presentadas sugieren que investigar también es combinar los procedimientos orientados a descubrir algo, con los aplicados a validar lo descubierto. Dicho brevemente, sería similar a descubrir algo usando una teoría, como sucedió con el descubrimiento del electromagnetismo y sigue ocurriendo en muchas áreas del conocimiento. En efecto, estudiar la realidad desde el punto de vista del observador significa prescindir de cualquier marco de referencia.

En ese mismo sentido, el caso paradigmático es la teoría de la relatividad, donde la luz no se sustenta en ningún sistema de referencia, sin embargo, todos los sistemas de la física clásica se mueven con relación a ella. Además, de esa forma se lograr que todos los sistemas de referencia tengan un movimiento relativo nulo respecto a la luz, de acuerdo con el segundo principio de la teoría de la relatividad. Significa entonces, que el método de la Lógica Transcursiva opera de la misma forma que lo hace la luz, y por el hecho de no tener un sistema de referencia permite acoplar la realidad subjetiva con la objetiva. Asimismo, tolera que se haga en forma generalizada o restringida, de acuerdo con la porción de realidad a investigar.

A propósito del método señalado, la Facultad Regional Mendoza, UTN, realizó en octubre de 2018 el *Segundo Foro sobre Creatividad, Investigación y Lógica Transcursiva* (Res. N° 592/2018), en la inteligencia de que el mismo podía potenciar la actividad de los docentes investigadores, facilitando así la difusión de ciertas novedades académicas, como la aplicación de las transformadas relacionales de la Lógica Transcursiva y la perspectiva del sujeto que investiga en un ámbito determinado. Cabe señalar, que en el Foro, los trabajos

expuestos recibieron críticas y sugerencias que fueron recogidas por los autores y, después de realizar los ajustes pertinentes, se realizó una selección de estos, que hoy constituyen este volumen.

Las colaboraciones que esta obra reúne son de académicos de la Universidad Nacional de Cuyo, la Universidad de Valparaíso y de la Facultad Regional Mendoza, UTN, varios de ellos del Grupo de Investigación en Matemática Aplicada a la Ingeniería y Gestión (IEMI), que gestionó los fondos para su publicación. Este libro está organizado en tres secciones con cuatro capítulos cada una: 1. *fundamentos y lógica transcursiva*; 2. investigación y lógica transcursiva; y 3. *creatividad e innovación.* Cabe agregar, que los capítulos que integran las secciones presentan temas variados y perspectivas novedosas en su tratamiento.

En el primer capítulo de la sección I, *Fundamentos y lógica transcursiva* se establece la lógica transcursiva como un método complementario de investigación que parte del observador, para buscar una explicación adecuada de los fenómenos, sean estos reales o no. La misma tiene muchos antecedentes filosóficos y científicos que justifican esta forma de analizar la realidad biológica, psíquica y sociocultural del hombre. En ese mismo sentido, los fundamentos metodológicos se resumen en: a) caracterizar un fenómeno; b) determinar un par de atribuciones contrapuestas y asignarles una identidad operativa; c) formar un grupo algebraico de permutación, que oficie de “patrón dinámico básico” con los elementos fundamentales y las transformaciones que los ligan; y d) las transformaciones que no pertenecen al “patrón básico” puede aplicarse a un nuevo sistema. En el segundo capítulo se reinterpreta

el Álgebra de Boole desde la Lógica Transcursiva, en un intento por comprender los aspectos fundamentales de cómo Boole le dio una forma algebraica a la lógica. Para realizar esa tarea se utilizan los principios que rigen la Lógica Transcursiva, analizando las proposiciones categóricas: afirmativa universal, negativa universal, afirmativa particular y negativa particular.

En el tercer capítulo se determinan los elementos constitutivos del fundamento de las afirmaciones generadas en uno o más modelos de una o varias teorías. Se sostiene que fundamentar un enunciado, resolver un problema usando modelos, o explicar la ocurrencia de un hecho son acontecimientos mutuamente transformables, porque la información que emplean es homologa. Este evento permite, por una parte, mejorar las posibilidades expresivas de manuales universitarios, memorias de cálculo y otras descripciones científicas, y por otra, ordenar y sistematizar muchos problemas de conocimiento, usando la Lógica Transcursiva. En el cuarto capítulo, se expresan los criterios del patrón relacional de la Lógica Transcursiva, formado por los aspectos fundamentales de una teoría, según Hempel. Estos últimos son: los conceptos teóricos que dependen del observador; los conceptos empíricos que dependen del fenómeno observado; las leyes de correspondencia, que relacionan directamente los dos anteriores y por último, los conceptos derivados, que son aquellos aspectos que relacionan lo teórico con lo empírico de una manera indirecta y no observable. Estos últimos, también quedan definidos por relaciones en la dinámica operativa del sistema o Patrón relacional PAU hemicíclico de la Lógica Transcursiva. Este enfoque muestra cómo la tradición del análisis experimental, basada en datos, puede fusionarse con la tradición

fundada en la teoría y el modelado de ecuaciones estructurales, para analizar y verificar hipótesis.

En la sección II, de *Investigación y lógica transcursiva*, el capítulo cinco aplica lógica transcursiva para analizar el riesgo de nacimiento de niños autistas cuando se aplican las técnicas de reproducción asistida de inyección intracitoplasmática de esperma (ICSI). Se evalúa que esta técnica puede llegar a transferir ADN mitocondrial paterno. Si eso ocurre, podría condicionar la alteración de la homeostasis del calcio, que se ha detectado en algunos autistas. De presentarse esa condición, facilitaría la anulación de las frecuencias bajas (20 Hz) en el cerebro, responsables de la gestión del sistema sociocultural. Si además, disminuyen las células cerebelares de Purkinje, que suelen presentarse en pacientes con autismo, se explicarían las alteraciones de la estructura y función psíquica que producen falta del lenguaje y del trato social en estos pacientes. En síntesis, el nacimiento de un niño con trastorno autista podría residir en el uso del método de fertilización asistida ICSI.

El capítulo seis presenta la posibilidad de describir aproximadamente el funcionamiento de una neurona definiéndola eléctricamente. Llinás (1988) demostró que las neuronas de los mamíferos son elementos dinámicos con muchas propiedades electrofisiológicas orientadas a procurar diferentes conductancias iónicas, las que dependen de un voltaje determinado o las que se activan por la acción de alguna molécula. Así, por efecto del calcio y otros iones, las neuronas se convierten en osciladores unicelulares que responden a ciertas frecuencias. Estos elementos permiten reducir la neurona a un integrador de componentes eléctricos

pasivos, condensador, resistor y bobina, y se agrega uno que es activo, el memristor. Las variables relacionadas con los elementos citados son: tensión eléctrica, corriente eléctrica, carga eléctrica y flujo magnético. Esos elementos permiten simular el funcionamiento eléctrico de una neurona, componiendo diferentes patrones autónomos universales (PAUs) de la lógica transcursiva. El funcionamiento propuesto fue corroborado mediante simuladores industriales de circuitos eléctricos.

El capítulo siete analiza con lógica transcursiva, los riesgos relacionados con las infraestructuras críticas, en ambientes de inestabilidad y turbulencia, donde los riesgos tienen un carácter sistémico, planteando que puede desarrollarse como una matriz disciplinaria complementaria. Mientras que el capítulo ocho, el último de la sección II, analiza la inducción electromagnética usando lógica transcursiva. Para ello, muestra el patrón relacional de la lógica transcursiva formado por los elementos que caracterizan una teoría: conceptos teóricos situados en el observador; conceptos empíricos ubicados en el fenómeno observado; leyes de correspondencia, que relacionan los dos indicados; y conceptos derivados, que vinculan lo teórico y lo empírico de manera indirecta e inobservable. Se trata de un nuevo enfoque que permite analizar y verificar hipótesis.

En la sección III referida a *Creatividad e innovación*, presenta temas de ámbitos cognitivos muy disímiles entre sí. En ese mismo sentido, en el noveno capítulo de este libro, se indaga sobre el significado de las "criaturas" aerodinámicas de Theo Jansen (1948). Las creaciones de este famoso artista holandés son

mecanismos cinéticos que fusionan el arte con la ingeniería. Si bien estas creaciones no constituyen un *perpetuum mobile*, porque a veces hay que activarlos, sí son autómatas finitos. Se plantea que esos dispositivos convergen en al menos cuatro áreas de trabajo, la ingeniería mecánica, la biología; las relaciones entre estética y tecnología y la socioambiental. La metodología usada consistió en contrastar estos autómatas con un Patrón Autónomo Universal (PAU) de la lógica transcursiva, lo que generó discusiones sobre sus efectos teóricos y disciplinarios.

En el décimo capítulo se usa la perspectiva de la lógica transcursiva para analizar la teoría del comportamiento planeado, que sustenta el modelado de herramientas de apoyo al proceso de decisión. Se trata el caso del proceso de decisión como ejecutivo en organizaciones privadas del área de ingeniería y financieras. De dicha teoría, se logró caracterizar, cuatro subgrupos superficiales formados por elementos estáticos relacionados con una transformación aparente que los organiza y una transformación oculta que los reorganiza. Entre las conclusiones se señalan: que el test de estilo de liderazgo de Kurt Lewin tiene límites por no considerar el control de comportamiento percibido, como parte de la elección del estilo de decisión; muestra las ventajas del test de inventario de estilos de decisión de Rowe y Mason en la comprensión del proceso de decisión; fija bases para modelar la relación entre estilos de decisión y estilos de liderazgo en las organizaciones.

En el décimo primer capítulo, se sostiene que las fotografías son documentos que guardan información valiosa para los historiadores. En ese mismo sentido, se presenta un análisis histórico, que introduce la lógica

transcursiva para investigar un registro fotográfico de mujeres vendimiadoras. El *corpus* fotográfico estudiado es de la Mendoza de 1910 y está compuesto por álbumes conmemorativos, con motivo del Centenario de la Revolución de Mayo. Esta nueva metodología de investigación demostró que constituye un enfoque adecuado para la reflexión teórica e histórica. En el duodécimo y último capítulo, presenta el fenómeno de cambio teórico que acontece en la ciencia, a veces llamado de inconmensurabilidad, como una evolución teórica en el marco de la filosofía evolutiva de la ciencia. Se muestra, desde la Lógica Transcursiva, que la revolución científica no constituye un comienzo nuevo que desecha los conocimientos anteriores, sino más bien una adaptación continua de las teorías como organismos vivos en una perspectiva evolutiva.

Las tres secciones señaladas contienen temas con enfoques novedosos, que ponen de manifiesto las posibilidades que ofrece la Lógica Transcursiva como método complementario de investigación y, entre otras cosas, el interés de los autores hacia los problemas que surgen de las ciencias de la ingeniería y el esfuerzo que realizan para resolverlos.

Y para concluir, es importante destacar que el *Segundo Foro Internacional sobre Creatividad, Investigación y Lógica Transcursiva*, fue posible gracias al rol de anfitriona que tuvo la Facultad Regional Mendoza, UTN, que no sólo posibilitó su realización, sino que también hizo posible esta publicación.

***

Autores y Filiación

Redmond, Juan; Universidad de Valparaíso, Chile

Anzoise, Esteban; Universidad Tecnológica Nacional

Césari. Matilde; Universidad Tecnológica Nacional

Césari. Ricardo; Universidad Tecnológica Nacional

Cuadrado, Guillermo; FRM - UTN - UNCuyo

Cuenca, Julio; Universidad Tecnológica Nacional

López, Rodrigo; Universidad de Valparaíso, Chile

Masera, Gustavo A.; Universidad Nacional de Cuyo

Ortiz, Ítalo A.; Universidad Tecnológica Nacional

Palma, Ricardo; Universidad Nacional de Cuyo

Puglesi, Alfredo E.; Universidad Nacional de Cuyo

Russo, Paolo; Universidad Nacional de Cuyo

Salatino, Dante R.; Universidad Nacional de Cuyo

Scaraffia, Cristina; Universidad Tecnológica Nacional

Tersoglio, Alberto E.; Centro Internacional de Reproducción Asistida

Vásquez, María G.; Universidad Nacional de Cuyo

* * *

FUNDAMENTOS Y LÓGICA TRANSCURSIVA

SECCIÓN

1

1. FUNDAMENTOS DE UN NUEVO MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Dante Roberto Salatino[1]

Resumen: El objetivo de este trabajo es fundamentar, como método auxiliar o complementario de investigación, la búsqueda de una explicación adecuada de los fenómenos reales o no, elaborada desde la óptica del observador. Se deja constancia de varios antecedentes desde la filosofía y desde la ciencia, que justifican esta forma de analizar la realidad biológica, psíquica y sociocultural del hombre. Utilizando la misma herramienta se abordan desde el método y la explicación científica, hasta la estructura de una teoría y los modelos de investigación. La Lógica Transcursiva, tal como denominamos el método que hemos desarrollado, la podríamos caracterizar como una "transformada semántico-relacional". Esto es, como la evolución temporal de una estructura relacional que posibilita la delimitación de los elementos fundamentales que intervienen en cualquier enfoque original que se haga de la dinámica real. Luego, en el caso de los problemas científicos, se puede aplicar sobre ellos, el riguroso proceso de análisis, de organización del material disponible, de ordenamiento y de crítica de las ideas que exige la metodología vigente para que lo que se obtenga sea un conocimiento científico válido. De esta forma, se dan las pautas que favorecen tanto la creatividad como el descubrimiento, al contraponer en forma simultánea, el observador a lo observado, a través de transformaciones cuantitativas y cualitativas. Se proveen numerosos ejemplos de aplicación exitosa en áreas muy disímiles del conocimiento humano. De todo lo anterior surgen los fundamentos metodológicos que se resumen en: a) Encontrar los elementos fundamentales que caracterizan un fenómeno; b) En función de un par de atribuciones contrapuestas, asignarles una identidad operativa; c) Con los elementos fundamentales y las transformaciones que los

---

1 Instituto de Filosofía – FFL - UNCuyo

ligan, formar un grupo algebraico de permutación, que oficie de "patrón dinámico básico" a la vez que asegure el adecuado ajuste metodológico; y d) Cualquier transformación que no pertenezca al "patrón básico" puede ser utilizada para transferir a un nuevo sistema, representante de otro fenómeno, los aspectos fundamentales de sistemas conocidos, para que, una vez que se ajusten al patrón genérico, nos brinde una explicación del nuevo fenómeno.

Palabras clave: teoría y explicación científicas, método científico, fundamentación metodológica, creatividad, lógica transcursiva.

"A orillas del Rin, un hermoso castillo había estado en pie durante siglos. En el sótano del castillo, las laboriosas arañas que lo habitaban, habían construido una intrincada red de telarañas. Un día, un fuerte viento destruyó la red. Las arañas trabajaron frenéticamente para reparar el daño. Pensaron que eran sus telarañas las que sostenían el castillo en pie."
Morris Kline, 1980, p. 277.

1. Introducción

La Filosofía y la Ciencia, como ramas diversas del saber, albergan una lógica que las sustenta y da la posibilidad de que la primera justifique la segunda. No obstante, esta no es la única coincidencia o relación, ya que ambas además de tratar de fundar un conjunto de afirmaciones sobre la realidad, constituyen un método.

El valor metodológico que aportan tanto la filosofía como la ciencia es polifacético. Fundamentar una argumentación para alcanzar la verdad, es propio del filosofar. Mientras que elaborar una hipótesis sobre un fenómeno real, buscar un elemento con qué medirlo y

elaborar un experimento que permita corroborar la hipótesis, es propio del quehacer científico. Sin embargo, a pesar de las aparentes diferencias metodológicas, ambas persiguen un fin común, cual es dar una explicación a los hechos.

El carácter de dicha explicación, aunque muestre facetas en apariencia dispares según la perspectiva desde donde se lo analice, en realidad, obedece a una composición de elementos básicos similares.

En este trabajo trataremos de fundamentar una metodología útil para abordar la investigación de los fenómenos reales, en busca de una explicación adecuada de los mismos, elaborada desde la óptica del observador.

2. Explicación

Explicar, no es tanto despejar los hechos de aquello que nos impide su comprensión, como un intento de hacerlos compatibles con las creencias, principios y convicciones que conforman nuestro conocimiento.

Dado que la realidad se nos manifiesta cual proceso continuo, indefinible y pertinaz, explicar sus hechos demandará hacer ostensibles, al menos, algunos de sus aspectos fundamentales. Siguiendo la propuesta de Aristóteles (2007, Libro II, Cap. 3 – *Las causas*) partiremos de la mera aprehensión del *qué* para llegar a la causa primera, al verdadero conocimiento, a una explicación del *porqué* del fenómeno analizado.

Un fenómeno real lo podríamos asimilar, por utilizar un marco de referencia cotidiano, al sistema cartesiano que usamos para representar el espacio. En sus tres dimensiones dispondremos los tres aspectos básicos

que nos permitirán caracterizar cualquier fenómeno: *qué* hace manifiesto, *cómo* lo hace y *cuándo* ocurre.

Dispuesto lo anterior, trataremos de darle una explicación a dicho fenómeno. (Figura 1)

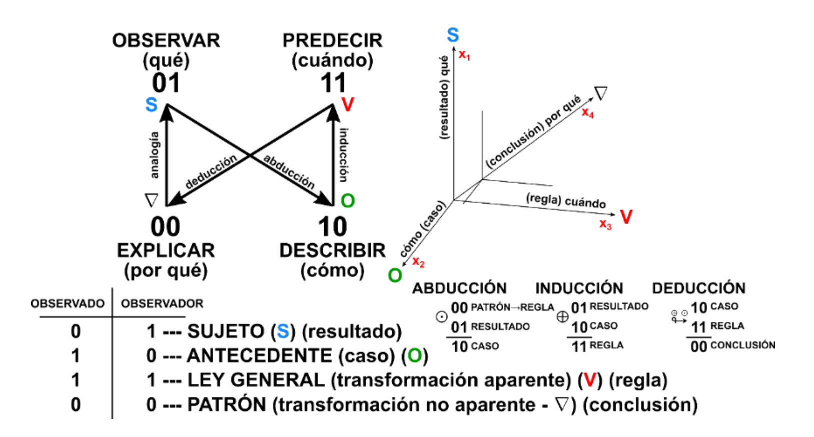


Figura 1 EXPLICACIÓN DE UN FENÓMENO

Para lograr nuestro cometido recurriremos a las opciones argumentativas de los modos básicos de razonamiento que nos proveyeron la Filosofía (Aristóteles, 2004), la Lógica (Peirce, 1878) y la Ciencia (Samaja, 2005). Por otro lado, tomaremos con cierta licencia y a modo de guía, el modelo nomológico-deductivo de Carl G. Hempel (1965).

En la Figura 1 vemos a un sujeto (S = **01**) observando el *qué* de un fenómeno cualquiera (1D). Pero esta observación no es hecha en forma imparcial, sino que está condicionada por un “patrón” (Samaja, 2005, p. 106) tomado por analogía, como un *individual universal implícito* (Hegel, 1982, T.II, p. 392). Esta forma de “observar” permitirá luego, extraer de la “regla del análogo” (conocida), la regla del fenómeno analogado

(desconocida). La “regla del análogo” no deriva de la observación misma, sino de la praxis. Por un mecanismo abductivo (regla (patrón) + resultado → caso), que aporta sobre la existencia y la actualidad, podemos alcanzar el *cómo* (2D), es decir, describir el fenómeno observado, obteniendo así el acontecimiento-antecedente exigido por el modelo nomológico-deductivo, como su *explanandum* u objeto (**O = 10**) de la observación (Hempel, 1965, p. 246).

Un mecanismo inductivo (resultado + caso → regla) que nos dice sobre la generalidad, permite predecir el fenómeno (*cuándo*). O sea, asignar una ley general, que no es otra que la que aportó el patrón, y así, basados en la experiencia (en un hábito o costumbre) (Hume, 1894, p. 44) esperar en un futuro una sucesión de acontecimientos similares a los aparecidos en el pasado, en situaciones similares. Hemos alcanzado la tercera dimensión (3D) que caracteriza nuestro fenómeno, o la “ley general” que en la apariencia, relaciona en forma directa el sujeto observador y el objeto observado (**V = 11**).

Por último, un mecanismo deductivo (caso + regla → conclusión) que promueve la posibilidad y la potencialidad, permite llegar a una explicación del fenómeno que estamos analizando. La explicación obtenida, en la apariencia, es independiente tanto del sujeto que observa como del fenómeno observado, por eso es “adimensional” (**∇ = 00**). Su “ausencia” en el sistema cartesiano, en realidad nos está diciendo que se proyecta en una cuarta dimensión (4D: eje de coordenadas inscrito en la figura). Esto es, representa una relación indirecta (o cualitativa) entre el observador y lo observado, por lo cual es imposible detectarla.

3. Patrón universal

En el punto anterior hemos comprobado que es posible transitar desde el *qué* al *por qué* aristotélicos de un fenómeno, tomando como guía un patrón que aporta la *ley general* desde donde surge, por deducción, una conclusión, una explicación o la(s) causa(s) determinante(s) del fenómeno que estamos analizando. Esto fue posible al integrar los razonamientos inductivo y deductivo al razonamiento por analogía (abducción). Tal elucubración dejaría de ser pura conjetura si lográramos encontrar como patrón un *individual universal implícito* genuino, que brinde inductivamente, una ley general basada en una "muestra" que abarque todo el universo considerado. (inducción ideal). De esta forma es posible soslayar los criterios del planteo crítico que Hempel hace sobre la inducción, en su teoría lógica de la confirmación (Hempel, 1965, p. 5)

Basado en las consideraciones previas, proponemos un método de investigación complementario. La fundamentación principal de esta propuesta radica en haber descubierto que las interrelaciones mantenidas entre los aspectos fundamentales que definen cualquier fenómeno (real o no), constituyen un "patrón universal" basado en un grupo de transformaciones. Un invariante que respeta el principio de simetría y, por lo tanto, adhiere al principio de "uniformidad de la naturaleza" elaborado por J. S. Mill (1882, p. 400), como fundamento de la inducción. Principio confirmado por Emmy Noether (1915-1918) cuando demostró la conservación de las leyes naturales a través del tiempo, al relacionar en su

teorema, la simetría de un sistema con cantidades que se conservan.

El primer esbozo de un posible patrón universal surge al leer la "Poética" de Aristóteles.

> *"Explico la metáfora por analogía como lo que puede acontecer cuando, de cuatro cosas, la segunda permanece en la misma relación respecto a la primera como la cuarta a la tercera; entonces se puede hablar de la cuarta en lugar de la segunda, y de la segunda en vez de la cuarta"* (Aristóteles, 2011, Capítulo XXI, 1457b)

En símbolos sería: **2ª : 1ª :: 4ª : 3ª**. Es decir, la segunda es a la primera como la cuarta es a la tercera. Esto, además de expresar dos oposiciones por complementariedad, representa el germen de toda la lógica Aristotélica.

Es curioso, pero la molécula de ADN, la base del código genético y de la vida, resultó estar estructurada de la misma forma. La Figura 2 muestra la disposición de sus bases nitrogenadas (citosina, guanina, adenina, timina) en pares contrapuestos. Tanto los códigos decimales (que le dan su orden o "valencia relacional") como los códigos binarios (que identifican los pares de bases opuestos y complementarios) asignados, tienen un sólido fundamento. Los primeros se basan en su estructura electroquímica (cantidad de átomos de nitrógeno con orbitales híbridos sp^2). Mientras que los segundos dependen de la estructura química (presencia o no de distintos anillos heterocíclicos).

La asignación de códigos binarios a los componentes básicos de la molécula de ADN permitió demostrar que esta composición de elementos abstractos conforma, estructuralmente, un grupo de permutación o de Galois. Además, que, desde el punto de vista funcional,

representa una "conexión" de Galois, o sea, la oposición de dos aspectos a través de otra oposición.

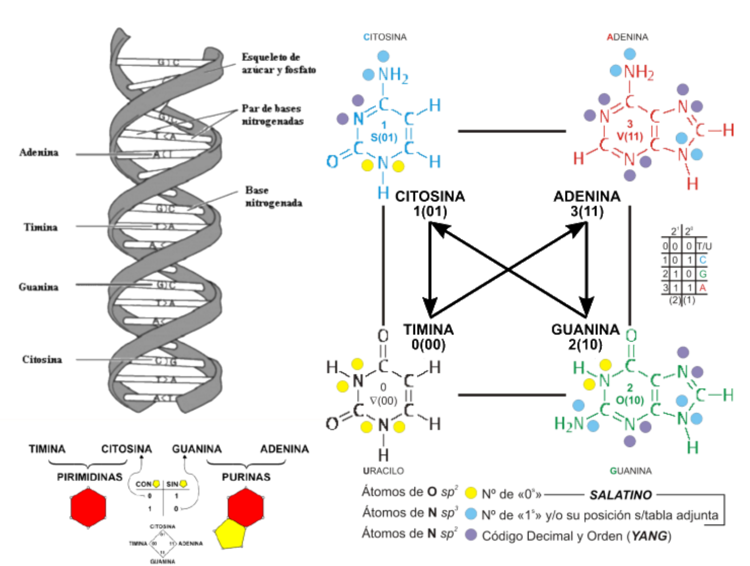


Figura 2 MOLÉCULA DE ADN (Salatino, 2009)

> *"Intereses diferentes que conducen a procedimientos distintos pueden reunir evidencias que luego pueden cuajar en una visión del mundo empíricamente fundamentada."* (Feyerabend, 2001, p. 184)

En función de la observación anterior, del aforismo de Van Fraassen (1989) "*Problemas semejantes tienen soluciones semejantes*", y del hecho de que el ADN constituye un "patrón universal", se tomaron una serie de ejemplos prácticos para demostrar la pertinencia del método de búsqueda de un patrón relacional básico como parte de la solución de un problema determinado.

4. Grupo genérico

Para abordar los distintos planteos, a los que deberíamos encontrar una solución o una explicación, se construyó una herramienta basada en un grupo de Galois genérico.

Aislar la estructura esencial o relevante de un fenómeno es equivalente a definir un grupo de transformaciones que una vez aplicadas dejan el problema, esencialmente, en la misma situación desde donde se partió (invariancia). El conjunto de esas transformaciones son las "simetrías" del problema (Noether, 1918). Con los aspectos esenciales se conforma un grupo (una disposición lógico-estructural) al que llamamos PAU (Patrón Autónomo Universal), y la solución consiste en una regla (una función) que depende solo de esos parámetros básicos. (Figura 3)

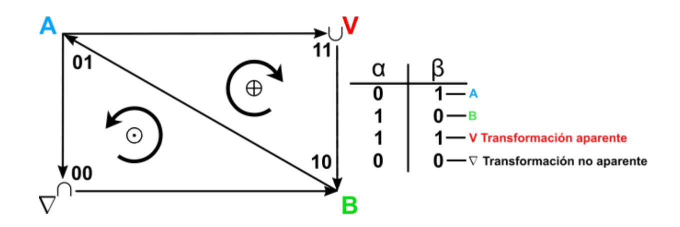


Figura 3 GRUPO GENÉRICO

En la figura anterior vemos dos aspectos esenciales de un fenómeno cualquiera (A y B) y las relaciones que guardan entre sí mediante dos transformaciones: una superficial o aparente (V) y otra oculta o profunda (∇). La manera que tenemos para identificar cada uno de estos elementos es mediante la individualización de alguna característica que le sea propia a cada aspecto esencial (α y β). Según los códigos binarios resultantes, tenemos

que A se identifica por tener la característica β, pero no la α. Por el contrario, B se identifica por poseer la característica α, pero no la β. Esto nos está diciendo que A y B son opuestos con respecto a las características α y β, que son excluyentes. Las transformaciones se distinguen porque, la superficial (V) posee ambas características (α y β) de los aspectos que relaciona (A y B), es lo que denominamos co-presencia u organización, o lo que se evidencia en cualquier fenómeno que está siendo observado.

La transformación profunda (∇), por su parte, muestra una ausencia total de las características que identifican los aspectos que relaciona (co-ausencia o desorganización). Como vemos, tal como ocurre con los aspectos esenciales (A y B), aquí las transformaciones V y ∇ son opuestas. Pero, además, ambos pares son complementarios, ya que sumados dan la unidad aparente (11), que no es otra cosa que la transformación evidente o superficial (la organización). Queda así conformada una oposición mediada por otra oposición. (Conexión de Galois)

En el esquema de la figura se observa que entre A y B existe, además de la relación directa, mediada por una transformación que hemos descrito, una relación indirecta entre ellos que es compartida por los dos ciclos que se han conformado. Uno superficial de giro dextrógiro (en el sentido horario) que representa las simetrías de rotación del sistema y constituye el ‘polo objetivo o cuantitativo’, y uno profundo de giro levógiro (en el sentido antihorario) que es una evidencia de las simetrías de reflexión de nuestro patrón universal y representa al ‘polo subjetivo o cualitativo’. Los giros opuestos constituyen otro modo de complementariedad que asegura la simultaneidad en la operación de ambos

ciclos, en donde, tanto los aspectos cuantitativos como los cualitativos de cualquier fenómeno real deben estar presentes al mismo tiempo.

Finalmente, para que todo el sistema no sea solo una estructura inerte, debe existir una regla o función que lo ponga en movimiento. Esta regla ($\oplus$ = XOR) permite 'desplazar' superficialmente, hacia la derecha (transformación cuantitativa o aparente) cada uno de los elementos del nivel para ocupar el lugar de su sucesor en la secuencia, sin perder por eso su propia identidad (simetría de rotación), hasta que el sistema vuelva al comienzo desde donde partió. Con la operación anterior, suponemos que hemos alcanzado la solución del problema planteado por los aspectos observables del fenómeno. A nivel profundo, y como no podría ser de otra manera, la regla o función utilizada es la opuesta a la superficial ($\odot$ = XNOR o equivalencia), la cual permite desplazar hacia la izquierda los elementos del sistema. Aquí, cuando el sistema vuelve a la disposición original, luego de las sucesivas transformaciones cualitativas, obtenemos la completa solución al problema (simetría de reflexión). En definitiva, es este nivel, el de los aspectos que caracterizan un fenómeno, el determinante de lo que nos muestra en apariencia ese mismo fenómeno. Lo que unifica los dos niveles es la experiencia que surge de haber solucionado, alguna vez, un problema similar.

La estructura relacional que hemos utilizado cumple con las características que identifican un grupo de permutación o de Galois. 1) *Clausura*: la aplicación de una transformación de composición (XOR) a un par de sus elementos evidentes produce otro elemento que pertenece al conjunto. 2) Posee un *elemento neutro* o *identidad* (00) tal que compuesto con cualquier otro no lo modifica; 3) Cada elemento del conjunto tiene su

inverso, tal que compuestos por una transformación, dan el elemento neutro. 4) *Propiedad asociativa*: todas las composiciones logradas mediante una determinada transformación son independientes de su agrupamiento. 5) *Clausura del conjugado*: existe una transformación opuesta a la de composición (XNOR) que, aplicada a los elementos no evidentes, produce otro elemento del conjunto.

5. Biblioteca de PAUs

Para enfrentar el análisis de una gran diversidad de fenómenos, a los cuales consideramos como si fueran sistemas, disponemos de varios tipos de PAUs. Estas estructuras relacionales están conformadas siempre por los mismos elementos genéricos y fundamentales, solo varía en cada tipo, la secuencia de sus relaciones. (Figura 4)

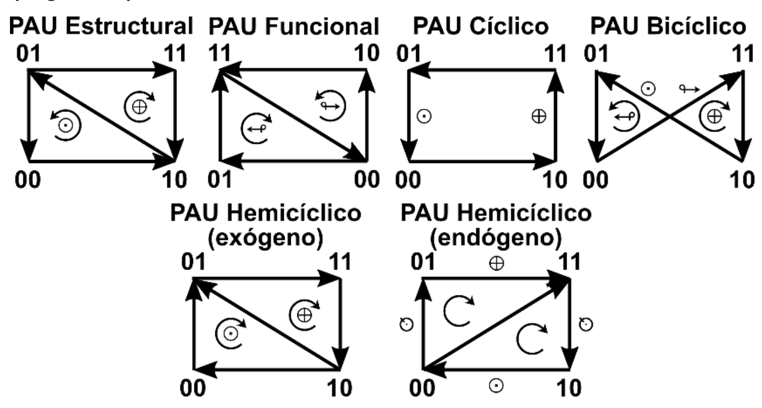


Figura 4 BIBLIOTECA DE PAUs

5.1. PAU estructural

Esta disposición relacional es útil cuando debemos analizar un sistema (compuesto por subsistemas) que interactúa con su entorno inmediato. Aquí, la función del sistema depende, exclusivamente, de su estructura relacional. Maneja la dinámica generada por solo dos variables (opuestas y complementarias) y lo hace mediante las operaciones binarias básicas (XOR(⊕) y XNOR (⊙)). Ejemplos de aplicación: Neurofisiología (Funcionamiento neuronal y cerebral), Psicología (Tiempo psíquico, Estructura y función psíquicas, Teoría psicoanalítica, Realidad subjetiva), Química Orgánica (Sistemas biestables, ADN), Medicina (Inmunología del embarazo), Lógica (Leyes de equivalencia, Dialógica), Matemáticas (Teoría de grupos, Ecuaciones diferenciales, Teorema fundamental del álgebra, Estadística), Física (Electromagnetismo, Teoría de la relatividad, Física cuántica, Física de partículas, Control automático, Circuitos eléctricos), Arte (Literatura (cuentos de Borges), Pintura (obra de Escher), Música (lenguaje y composición musical), Creatividad), Biología (Código genético, Formación de los órganos de las flores), Lingüística (Adquisición, comprensión y producción del lenguaje natural), Astronomía (Revolución copernicana), Economía (Control de calidad), Filosofía (Epistemología), Ciencia (Investigación científica, Metodología de la investigación), etc. (Salatino, 2009, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018)

5.2. PAU funcional

Permite abordar sistemas que representan un ensamble de dos o más estructuras que se alternan en sus funciones. Puede manejar dos o más variables a través

de operaciones binarias híbridas (↫(⊙⊕)/↬(⊕⊙)). Ejemplos: Economía (Teoría económica, Teoría de juegos, Equilibrio de Nash), Teoría de la Evolución (Adaptación, equilibrio natural, readaptación), Filosofía (Clasificación de las ciencias, Sobre el conocimiento según Platón, Investigación científica), Psicología (Comportamiento y conducta, Teoría psicoanalítica) (Salatino, 2013, 2015, 2017)

5.3. PAU cíclico

Posibilita el análisis de sistemas en donde, sus dos niveles (superficial y profundo) muestran una heterarquía explícita. Esto es, sus dinámicas se activan mediante una sola operación o por el uso de ambas operaciones básicas, al mismo tiempo. Esta forma de proyectar las transformaciones hace que, de alguna manera, se viole la regla de oro de este enfoque, cual es “El nivel profundo de un PAU, siempre cicla en sentido contrario al nivel superficial.” Aquí, el nivel profundo es “arrastrado” por el nivel superficial, por lo que se conforma un solo ciclo. Ejemplos: Física (Leyes de Maxwell, Motores eléctricos paso a paso, Circuitos eléctricos), Matemáticas (Estadísticas, Logaritmos) (Salatino, 2016, 2017)

5.4. PAU bicíclico

La utilización de este PAU es conveniente cuando el sistema analizado muestra un comportamiento que podríamos tildar de “oscilatorio”, por las variaciones cíclicas que muestra su dinámica. Pero también, para estudiar sistemas que muestran *histéresis*, en sus distintas modalidades. Así, permite describir tanto la tendencia de un material a conservar alguna de sus propiedades en ausencia del estímulo que la ha generado, como aquellos sistemas, estructuralmente

estables, que tienen cierta tendencia a manifestar discontinuidad (cambios bruscos de comportamiento) o divergencia (retroalimentación positiva). Es posible analizar sistemas en donde su estado actual depende de su historia previa, pero si los comportamientos se invierten, nunca se vuelva al estado inicial. Ejemplos: Física (Electromagnetismo, Circuitos eléctricos, Química), Filosofía (Evolución conceptual), Psicología (Comportamiento y conducta), Sociología (Comportamiento competitivo, Modelos de cambio organizativo, Modelos de evolución social), Economía (Tasa de desempleo), Lógica (Leyes de implicación), etc. (Salatino, 2017, 2018)

5.5. PAU hemicíclico

Admite dos variantes: 1) *Exógeno*: comienza como “externo”, y luego de alcanzar un cierto umbral, se transforma en “cíclico”. 2) *Endógeno*: comienza como “cíclico”, y alcanzado un cierto umbral, se transforma en “externo”. Podemos usar un PAU hemicíclico cuando nuestro objetivo, no es analizar por separado los elementos que determinan, en la apariencia, el funcionamiento de un sistema, como hacemos con un PAU estructural, sino tratar de separar apariencia de realidad, como en un PAU funcional. Pero a diferencia de este, aquí, se aborda desde la relación directa de los elementos fundamentales y no de las transformaciones. Por eso, la separación entre apariencia y realidad se logra al margen de la alternancia funcional a la que puedan estar sometidos los elementos considerados. Ejemplos: Ciencias (Metodología de la investigación), Matemáticas (Concepto de límite, Derivadas), Física (Cambios de estado de la materia), Neurobiología (Potencial de acción neuronal), Psicología

(Funcionamiento psíquico, Psicoanálisis), etc. (Salatino, en prensa)

6. Método científico

El método científico es el principal productor de conocimiento en ciencia. Basado en lo empírico y en la medición está sometido a reglas específicas de razonamiento. (Newton, 1997, p. 461)

Toda investigación queda definida por un 'objeto de estudio' y por un método que posibilite su análisis. El 'objeto de estudio' siempre tiene que ver con alguna porción de la realidad que se pretende estudiar, ya que la ciencia es, en definitiva, una manera de observar la realidad.

La Lógica Transcursiva (LT), tal como denominamos el método que hemos desarrollado, también constituye una manera de escrutar lo real, pero lo hace desde la perspectiva del sujeto (desde el observador) y no solo desde las manifestaciones evidentes o aparentes que nos provee lo empírico.

Su calidad de 'científica' queda plasmada en las siguientes consideraciones. El conocimiento científico (el producto a lograr mediante una investigación) acepta dos variantes: la abstracta (basada en teorías) y la empírica (basada en los hechos). El método científico, por su parte, también admite un par de opciones: la validación y el descubrimiento. (Samaja, 2005, p. 41) Dado que un descubrimiento no es equiparable a los hechos ni la validación lo es a una teoría, es imperativo contemplar su 'producto lógico'. (Figura 5)

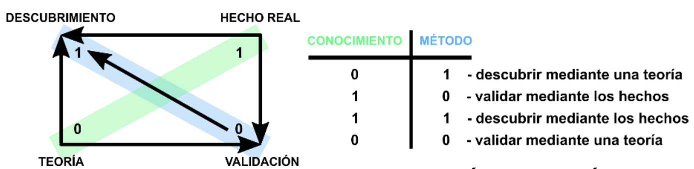


Figura 5 PAU DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

El esquema anterior sugiere que investigar siempre consiste en una combinación de procedimientos destinados a descubrir algo y de procedimientos para validar lo descubierto. Según esto entonces, no estaríamos faltando a la norma científica si utilizáramos un método que adecuándose al conocimiento científico que pretendemos lograr, nos provea de las herramientas necesarias para validar lo que logremos descubrir (diagonal en el esquema), lo que sería equivalente a descubrir mediante una teoría (código 01), como ocurre, por ejemplo, con la física teórica.

7. Antecedentes

7.1. Tabletas babilónicas YBC 7289 – MS 3050

El primer antecedente de una estructura relacional similar a un PAU lo encontramos en un par de tabletas babilónicas (YBC 7289 – MS 3050) (Friberg, 2007, p. 210), de unos 3800 años de antigüedad. En la tableta YBC 7289, con solo una figura y tres números, nos muestra que los babilonios sabían que la diagonal de un cuadrado es igual al producto del valor de su lado por $\sqrt{2}$. Esto implica que estaban familiarizados con lo que nosotros conocemos como teorema de Pitágoras, 1200 años antes que el matemático griego naciera. Además, muestra que usaban un método de cálculo sofisticado, ya que practicaban una trigonometría basada en relaciones, no en ángulos y círculos. Sus tablas trigonométricas permitían determinar dos razones desconocidas de un triángulo rectángulo, utilizando solo una relación conocida.



Figura 6 PAU^S BABILÓNICOS

Haciendo uso de las consideraciones anteriores, hemos superpuesto (Figura 6) el valor del cálculo de las variables que definen las diagonales del cuadrado planteado por los babilonios. Se puede comprobar que responden a la ecuación $x^2 + y^2 = 1$, es decir, al teorema de Pitágoras para el caso de un cuadrado inscrito en una circunferencia trigonométrica, representado en la tableta MS 3050. Si le asignamos '0' al término negativo (-1/√2) y '1' al término positivo (1/√2), obtenemos los códigos binarios que denotan las relaciones antes mencionadas. Estos códigos no son otros que los asignados a un PAU y, por lo tanto, cumplen con las exigencias de un grupo. Es sencillo comprobar que los valores alojados en vértices opuestos son recíprocos (opuestos) y complementarios, ya que la suma de sus productos, en valores absolutos, vale 1:

(sen (45º) x cos (45º) + sen (225º) x cos (225º) = 1

(sen (315º) x cos (315º) + sen (135º) x cos (135º) = 1

Las representaciones matemáticas de las tabletas babilónicas analizadas cumplen con los requerimientos exigidos en este trabajo para definir un PAU.

7.2. Platón: Otro antecedente de nuestro enfoque, lo encontramos en la solución que Platón le da a la paradoja de Zenón en el "Parménides".

> "*Si hay multiplicidad, las mismas cosas deben ser semejantes y desemejantes. Es imposible que los semejantes sean desemejantes, y que los desemejantes sean semejantes. En consecuencia, no hay multiplicidad*." (2007, 127d)

La paradoja está planteada como un *modus tollens*. Platón, en palabras de Sócrates la soluciona de la siguiente manera:

"*Si hay múltiples cosas, dado que son múltiples, deben ser entre ellas, diferentes. En tal sentido, son desemejantes* [unión]. *Pero, en la medida que todas ellas son desemejantes, poseen toda una misma afección – la de ser desemejantes – y por ello mismo, son semejantes* [separación o selección]." (2007, 130a) (las acotaciones entre [ ] son propias)

Se puede aducir que esta solución es imposible. Efectivamente, es imposible si se la plantea desde su "contenido conceptual", ya que, de este modo, no se puede distinguir *cosa* de *propiedad*, ni *sujeto* de *predicado*. Pero no lo es, desde la relación entre los "continentes", en donde se dan las siguientes circunstancias:

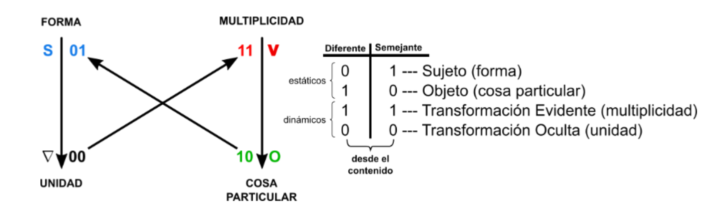


Figura 7 PAU DE LA PARADOJA DE ZENÓN

Según la Figura 7, se puede admitir de acuerdo con Sócrates, que "la *forma* es una *unidad* sobre la *multiplicidad* de *cosas particulares.*" Estas interrelaciones, que en el contenido estático de un sistema aparente (realidad objetiva), llevarían a un "regreso al infinito", en un sistema dinámico (realidad subjetiva) es un retorno al mismo lugar, pero un tiempo después. Esto es, el registro de la evolución de la estructura (experiencia, historia) de un sistema real a través del tiempo, de su transcurrir.

7.3. Aristóteles: Un nuevo antecedente de este particular encuadre de lo real, lo aporta Aristóteles en su "Física". Debemos tener en cuenta que, en la tradición griega, el vocablo "*physiké*" no denominaba una ciencia especial como la de Galileo, sino, antes bien, designaba todo cuanto existe en el universo: el cosmos, la materia inerte y la materia viva, representada por las plantas, los animales y el hombre. Desde esta concepción, la *phýsis* se transforma en el gran protagonista del transcurrir de lo real, de cuanto es y acontece, y tendrá como diana temática, el movimiento. [la transformación] (De Echandía, 2007, p. 9)

Así vista, la Física será el análisis de lo físico según sus manifestaciones empíricas, y en tanto fundamento de las apariencias, a la vez que su argumento explicativo. Este enfoque es superador de la dualidad parmenídea "apariencia/verdad", en cuanto que considera la diversidad de los movimientos sensibles como manifestaciones de la naturaleza de las cosas. (*Física*, 191a25)

La concepción aristotélica de la *phýsis*, de alguna manera, es una platonización del legado de los jonios, al aceptar un "núcleo fundamental real" [el nivel profundo

de lo cualitativo], pero además admite, lo que hace que las cosas terminen siendo lo que son, su *eidos*, o sea, su aspecto exterior o aparente [el nivel superficial de lo cuantitativo]. Así, la *forma* termina siendo lo que configura, internamente, las cosas y el conocimiento de la *phýsis*, según sus inconfundibles manifestaciones empíricas, lo que hace que las cosas se “expresen”. Ambos aspectos permiten entender la teoría aristotélica del movimiento. El movimiento, como hecho empírico, se presenta según sus apariencias sensibles dejando constancia de su transcurrir. En consecuencia, la teoría deberá partir de la experiencia [historia del sistema] e ir construyendo su “sentido”, su conocimiento, de modo que concuerde con los hechos observados. (*Acerca del cielo*, 306a6)

En las observaciones aristotélicas, encontramos un alto grado de coincidencia con lo propuesto por la Lógica Transcursiva (LT). En ellas se despliegan los elementos fundamentales utilizados por la LT para definir la realidad observada e intentar una explicación de su funcionamiento. Tal vez, lo más trascendente sea el considerar el “transcurrir”, como el álveo a seguir para acoplar el grupo de transformaciones que demarcan la evolución estructural de un sistema, y construyen su historia.

7.4. Félix Klein: un antecedente más cercano lo constituye el trabajo de Klein sobre grupos de transformaciones aplicados al programa de Erlangen y a la geometría no euclídea. Con el objeto de unificar las investigaciones geométricas, se decidió determinar qué tienen en común y en qué difieren las distintas ramas de la Geometría, tomando como único parámetro, la noción familiar de espacio.

Para lograr lo anterior, se invoca la noción de “grupo de transformaciones del espacio”. Esta noción se sustenta en que la composición de un número cualquiera de transformaciones del espacio produce siempre otra transformación. Un grupo de transformaciones se constituye cuando el conjunto tenga la propiedad de que toda transformación resultante de la composición de un par de ellas, pertenezca también al conjunto. Hay transformaciones del espacio que no alteran en absoluto las propiedades de las figuras, ya que son independientes de la posición ocupada en el espacio, de su magnitud absoluta y finalmente también del sentido en el cual sus partes están dispuestas. Los desplazamientos en el espacio, las transformaciones de semejanzas y las de simetría no alteran las propiedades intrínsecas de las figuras. Se conoce como “grupo principal” al conjunto de todas estas transformaciones. Las propiedades geométricas no son alteradas por las transformaciones del “grupo principal”.

Klein, en 1882, demostró que cualquier superficie podía representarse mediante una porción del plano, específicamente, mediante un polígono en el que los puntos de los lados fueran debidamente identificados. Para la demostración fue necesario no tener en cuenta las distancias (el contenido), y solo considerar la identificación de cada lado (el continente) con el fin de preservar las relaciones que mantienen entre ellos. Un cuadrado, por ejemplo, puede transformarse en un toro, sin que hayan variado las propiedades intrínsecas de las figuras. (Figura 8)

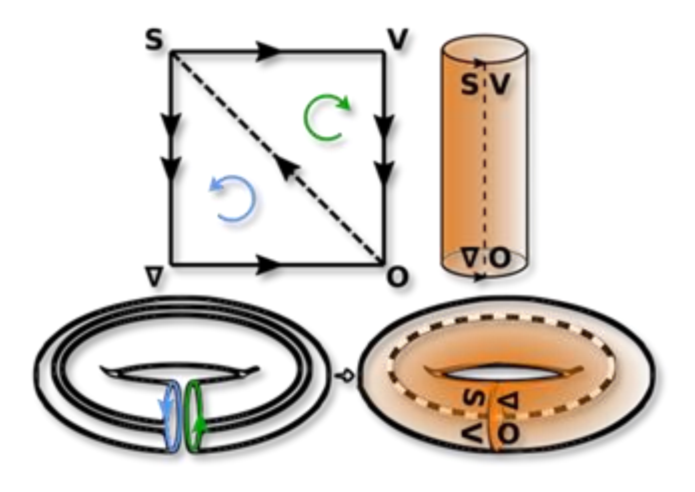


Figura 8 PAU TOPOLÓGICO

Así surge la Topología como una rama de la Geometría, según el programa de Erlangen. En efecto, la topología se refería al estudio de las propiedades de las superficies que permanecen invariantes bajo la acción de un grupo de transformaciones (homeomorfismos). Lo curioso es que, aunque Klein no lo haya referido, si consideramos los puntos que identifican los lados del polígono (Figura 8), vemos que también forman un "grupo", aquel que identifica los elementos fundamentales que definen la superficie, y sobre los cuales se pueden proyectar las transformaciones. Es decir, forman un PAU.

7.5. Emmy Noether: inspirada en los trabajos de Hilbert y Klein, Noether a través de un teorema, dio solución al esquivo problema de la conservación de la energía en la teoría relativista. Este planteamiento terminó ofreciendo un marco de referencia general que permitió comprender el tema de la conservación de la energía en física, más allá de la teoría de la relatividad.

Emmy Noether se dio cuenta que los principios de conservación de la energía estaban relacionados con los "grupos de transformaciones" y con los "invariantes". Estos últimos que fueron determinados por ella, tanto en el plano, como en el espacio, desde la matemática, implican un grupo de cambios y algo que se mantiene fijo bajo el efecto de esos cambios. Este análisis de los fenómenos reales mediante modelos revela propiedades importantes del fenómeno que se quiere estudiar.

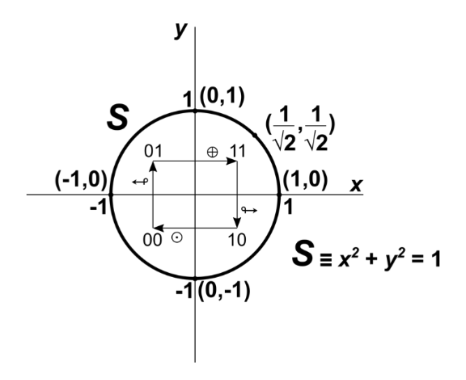


Figura 9 PAU ALGEBRAICO

Ejes: -1 = 0 - ⊕: XOR - ⊙: XNOR - ↫/↬: híbridas

En la Figura 9, si tomamos los valores de los ejes -1 = 0, se le puede asignar un código binario a cada cuadrante. Dicho código representa las soluciones, en cada cuadrante, a la ecuación planteada, las que coinciden con la circunferencia. Mediante las operaciones habituales e híbridas se puede "rotar" por cada una de las soluciones. El ejemplo muestra la conexión que existe entre fórmulas, formas, ecuaciones y figuras del plano o el espacio, usando la idea de una "invariante algebraica". Esto permite aplicar ciertas transformaciones (traslaciones y rotaciones) que

demuestran la correspondencia de una ley de simetría y su correspondiente principio de conservación con la energía, con el momento angular y con el momento lineal.
Mediante una estructura algebraica abstracta común, que utiliza solo la suma y el producto, se pueden descubrir las conexiones intrínsecas subyacentes en problemas, que, en apariencia son totalmente diferentes. Algo, esto último, que representa casi absolutamente, lo propuesto por este trabajo.

7.6. Mosterín: Un último antecedente de lo propuesto en esta investigación como método, más actual, surge de los aportes de Jesús Mosterín (2003), en *Conceptos y Teorías en la Ciencia*. Nos dice el autor (p. 203), que si pretendemos caracterizar una misma estructura proyectada en distintos sistemas, necesitamos un procedimiento que nos permita describir esa estructura. Esta descripción, necesariamente, debe ser independiente de los sistemas que la realizan. Este procedimiento – continua – consiste en la introducción de una extensión de nuestro lenguaje mediante el uso de nociones matemáticas, y en especial, de *conceptores* (En nuestro caso, *continentes*). Un *conceptor* es un sustituto, que de algún modo permite pensar a vez, en innumerables conceptos distintos (En nuestro caso, *contenido*), correspondientes a la historia de incontables sistemas diferentes. Sin embargo, todos estos sistemas tienen algo en común: una estructura.

7.6.1. Teoría de una estructura (p. 205)

Aquí, Mosterín, nos muestra que en cualquier teoría aparecen palabras (partícula, masa, fuerza, etc.) que no expresan *conceptos* [contenidos], sino *conceptores* [continentes]. Por otro lado plantea, que si un sistema es modelo de una teoría, si expresa la correspondiente

estructura [si es funcional], entonces, podemos sustituir los conceptores por conceptos en los teoremas, obteniendo así, ideas verdaderas sobre el sistema en cuestión.

Asevera Mosterín, que definir una estructura es lo mismo que formular su teoría. Hay que especificar cuáles son los *conceptores* [continentes] que combinados conforman los axiomas, y qué lógica determina la relación de consecuencia entre axiomas y teoremas. Con esto quedaría resuelta matemáticamente, y en forma unívoca, la estructura y su teoría. Sin embargo, todo este complejo es independiente de la realidad empírica del mundo. Esto último fundamenta el abordaje subjetivo que hace la LT, esto es, desde el observador.

8. Ejemplos

Para demostrar la pertinencia del abordaje de la realidad, de los planteos hechos por la ciencia, e inclusive de cualquier manifestación humana, desde el punto de vista del observador, y bajo el amparo de un "patrón universal", elaboraremos algunos ejemplos.

8.1. Estructura teórica

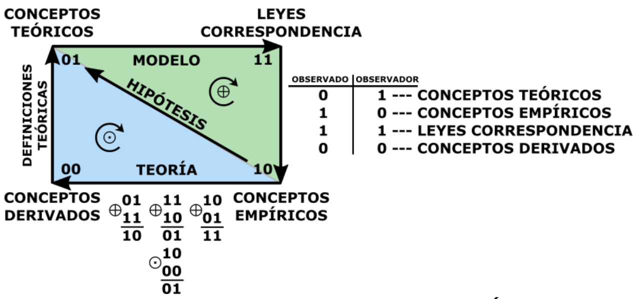


Figura 10 PAU DE UNA TEORÍA

La Figura 10 muestra el patrón relacional formado por los aspectos fundamentales que caracterizan una teoría o sistema de conceptos según la siguiente propuesta de Hempel, analizada desde la Lógica Transcursiva.

> *“Una teoría científica podría ser comparada con una red espacial compleja: sus términos están representados por los nudos, mientras que los hilos que conectan los últimos corresponden, en parte, a definiciones y, en parte, a las hipótesis fundamentales y derivadas incluidas en la teoría. Todo el sistema flota, por así decirlo, sobre el plano de observación y está sujeto a él por reglas de interpretación. Estas pueden verse como cadenas que no son parte de la red, pero vinculan ciertos puntos de esta última con lugares específicos en el plano de observación. En virtud de esas conexiones interpretativas, la red puede funcionar como una teoría científica: a partir de ciertos datos observacionales, podemos ascender, a través de una cadena interpretativa, a algún punto en la red teórica, desde allí proceder, a través de definiciones e hipótesis, a otros puntos, de la cual otra cuerda interpretativa permite un descenso al plano de observación”.* (Hempel, 1952, p.36) (Traducción propia)

Como se puede apreciar en el esquema, hay aspectos que dependen del observador (los *conceptos teóricos*). Los hay que dependen del fenómeno observado (los *conceptos empíricos*). Existen “leyes de correspondencia” que relacionan directamente los dos anteriores. Por último, hay aspectos que relacionan lo teórico y lo empírico de una manera indirecta y no observable (los *conceptos derivados*). Los códigos binarios corresponden a la tabla de asignaciones adjunta y nos sirven para identificar y operar con cada uno de ellos, cuando se analice la dinámica del sistema.

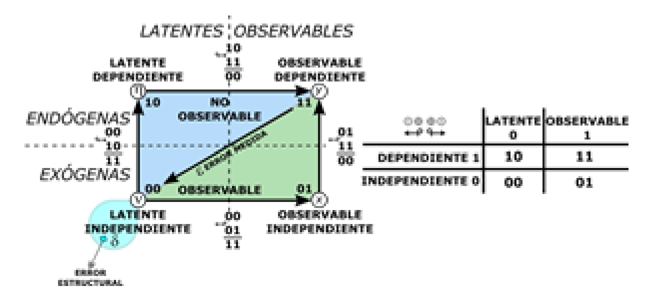
Los *conceptos teóricos* y los *conceptos empíricos* relacionados mediante las “leyes de correspondencia” permiten elaborar un “modelo” que será utilizado para probar una hipótesis (nivel superficial o aparente – triángulo verde). Cuando los resultados obtenidos con el funcionamiento del modelo no coinciden adecuadamente con el fenómeno real, es decir, cuando la teoría no predice el fenómeno y por tanto no lo explica, se deben realizar ajustes. La forma de ajustar el modelo es aproximando mejor la teoría a los hechos. Esto se logra mediante los *conceptos derivados*, que de una manera no evidente (nivel profundo del sistema) y con menor nivel de abstracción, aportan nuevas definiciones a los conceptos teóricos que ayuden a verificar la hipótesis planteada inicialmente.

La operatividad del sistema se demuestra a través de las operaciones booleanas que figuran al pie del esquema anterior. Allí se puede ver la manera en que se logra una emulación de la dinámica del sistema. Esta dinámica consta de dos ciclos: uno superficial (en sentido horario) y gobernado por XOR (⊕) y uno profundo (también en sentido horario) manejado por XNOR (⊙) o equivalencia. El primero itera varias veces hasta que se necesiten ajustes en donde se dispara el segundo, para luego volver al primero. En (LT) este patrón relacional se conoce, como ya hemos visto, como PAU hemicíclico exógeno.

8.2. Modelo de investigación

Según lo propuesto por Diamantopoulos & Siguaw (2013, p. 1) (Figura 11), cuando debemos analizar cualquier fenómeno mediante un modelo, tenemos para medir, lo representado por dos “constructos”: las *variables observables* y las *variables latentes* que no son observables. Las *variables observables* “reflejan” las

variables latentes, por eso, también se las llama "indicadores reflexivos". A su vez, ambos constructos pueden ser: *dependientes* o *independientes*. Ahora bien, si una variable no es influenciada por o no depende de ninguna otra variable en el modelo, es una *variable exógena*. Las *variables exógenas* siempre actúan como *variables independientes*. La variable que, en el modelo, es influida por o depende de otras variables, se la conoce como *variable endógena*. Se debe tener en cuenta que las *variables endógenas* pueden afectar a otras *variables endógenas*. Las *variables endógenas* que afectan a otras pueden actuar como *variables independientes* o como *variables dependientes*. Las medidas empíricas (variables observables) nunca tienen una validez y confiabilidad perfectas, por lo tanto, se debe incluir en el modelo un "término residual" que contemple las "variaciones inexplicables". Hay dos tipos de *error* que se deben considerar. El *error de medida* (también conocido como "error en las variables") y el *error estructural* (conocido también como "error en las ecuaciones").



	LATENTE 0	OBSERVABLE 1
DEPENDIENTE 1	10	11
INDEPENDIENTE 0	00	01

Figura 11 PAU DE UN MODELO DE INVESTIGACIÓN (Método de "análisis de trayectorias" o de regresión múltiple – Wright, 1921, p. 557)

En el esquema anterior están registrados todos los elementos descritos, pero, además, figuran los aspectos dinámicos del modelo. La secuencia elaborada desde la LT es la siguiente: El sustento no observable de todo el sistema es la *variable latente independiente* (**ν**) (∇ en LT), ya que no depende ni es influenciada por ninguna otra variable del modelo. De ella dependen la *variable latente dependiente* (**η**) y la *variable observable independiente* (***x***). Por otro lado, de la *variable latente dependiente* depende la *variable observable dependiente* (***y***). Por último y como es habitual, la *variable observable dependiente* (***y***), depende de la *variable observable independiente* (***x***). Vemos que ***y*** constituye el final de ambos "recorridos" ya que ella representa el resultado final del funcionamiento del modelo y lo que vamos a contrastar con el fenómeno real analizado. De acuerdo a las relaciones planteadas anteriormente, **ν** es doblemente exógena (00) e ***y*** es doblemente endógena (11). La tabla de asignaciones adjunta al esquema completa la identificación de las variables de acuerdo con sus respectivas características.

Ambos "recorridos" están justificados por las operaciones binarias (híbridas ↬↫) colocadas en la parte inferior y lateral izquierda del esquema, las que comenzando en 00 (**ν**) terminan en 11 (***y***). En cuanto a los ajustes necesarios por los errores cometidos en las estimaciones, quedan registrados, el de "medida", regresando desde el resultado obtenido (***y***) a la "fuente" (**ν**) portando la corrección correspondiente. Esto lo manifiestan las operaciones binarias colocadas en la parte superior y lateral derecha, respectivamente. En tanto que, el "error estructural" no es nada que se pueda corregir desde afuera del modelo, sino desde adentro. Esto es, se deben ajustar las ecuaciones, aquellas que

representadas por ∇, constituyen el fundamento de la modelización.

8.3. Materia

Tomaremos como otro ejemplo el concepto de "materia". Este concepto, por demás esquivo, lo abordaremos desde la propuesta hecha por Aristóteles y desde la física de partículas, a través del modelo estándar. No pretendemos con estos ejemplos emitir juicio de valor en cuanto a la pertinencia científica de estos planteos, sino que se trata de un abordaje que permitirá comprender mejor cada una de las propuestas, y además, certificar que el método sugerido por la LT puede aplicarse a cualquier área del conocimiento, como algo ya se ha podido comprobar a lo largo de todo el trabajo.

8.3.1. Aristóteles: "*El concepto de materia no es un concepto científico, sino filosófico*" (Mosterín, 2003, p. 121). Introducido en la filosofía por Aristóteles, hoy puede servir para aclarar, en parte, los problemas que plantea la física de partículas.

Aristóteles asume que todas las cosas poseen como aspectos distintivos una materia y una forma, esto es, conforman un sistema o conjunto de elementos (materia), provistos de estructura (forma). (Figura 12)

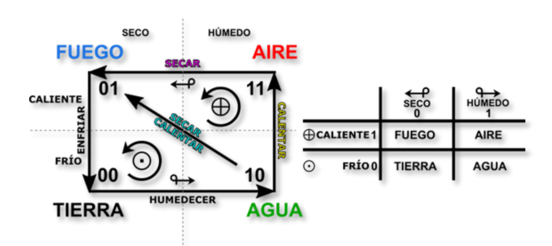


Figura 12 PAU DE LOS COMPONENTES FUNDAMENTALES DE LA MATERIA

Vemos en el diagrama anterior las relaciones dinámicas (las formas) que ligan, afectando, los elementos fundamentales que definen la materia. La tabla adjunta de asignaciones, justifica los códigos binarios que hemos utilizado para identificar cada elemento, o, mejor dicho, el “continente” de cada uno de ellos. Para esto se han usado las distintas formas que puede adoptar la materia.

La mudanza de un elemento a otro es “simulada” mediante las operaciones lógicas ⊕ (XOR) y ⊙ (Equivalencia), solas o combinadas. (↫/↬). Estas transformaciones, en realidad, sugieren que cambia el contenido, pero no el continente de cada elemento, que como vemos en la tabla, hay una (un operador lógico) para cada transformación.

Es posible seguir la secuencia del PAU y comprobar, que por lo menos en la apariencia y a veces en la realidad, se cumplen dichas transformaciones. Así, si el agua se calienta se transforma en aire (se evapora). Si ese vapor se seca, se transforma en fuego (incendios forestales). Si el fuego se enfría, se convierte en tierra (magma volcánico). Si la tierra se humedece, se convierte en agua (aluviones). Hay una forma real en que el agua se transforme, directamente, en fuego, mediante calentamiento y secado simultáneo. Es lo que ocurre, por ejemplo, cuando el agua es calentada a una temperatura tal, que se rompen sus enlaces moleculares. El agua desaparece como tal y se transforma en dos gases: hidrógeno (combustible) y oxígeno (comburente), lo cual produce fuego.

8.3.2. Física de partículas (Modelo estándar)

En la década del cuarenta se pudo determinar experimentalmente, que los átomos consistían en nubes

de electrones (partículas con carga negativa) que orbitan un núcleo compacto ubicado en su centro. Y que el núcleo, a su vez, estaba formado de protones (carga positiva) y neutrones (sin carga). Estas partículas dispuestas en un número variable determinaban la identidad del elemento químico a que pertenecía el átomo. Pero, luego se supo que las partículas elementales del núcleo estaban compuestas por partículas más pequeñas (los quarks). Que había partículas subatómicas que explicaban la "interacción fuerte" que mantiene a protones y neutrones unidos dentro del núcleo. Y que, en situaciones especiales como cuando una estrella se colapsa, aparece por desintegración (interacción débil), otro grupo de partículas subatómicas. (Lederman & Hill, 2004, p. 35). El proceso que destruye una estrella transformándola en Supernova, la desintegración β, constituye un ejemplo notable de interacción débil, y es donde se produce el siguiente fenómeno: $p^+ + e^- \rightarrow n^o + \nu^o$ (protón + electrón → neutrón + neutrino). (Figura 13)

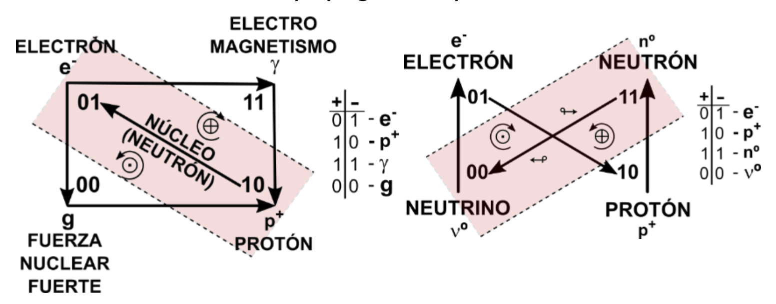


Figura 13 PAUs DE LAS FUERZAS ELEMENTALES

La Figura 13 pone en evidencia las interacciones fundamentales que completan el modelo estándar de partículas. Estas fuerzas (equivalentes a las formas aristotélicas) son (Figura 13, izquierda): la *electromagnética* que liga el electrón al núcleo y cuyo

portador es un bosón que carece de masa y de carga eléctrica: el *fotón* (γ). La *fuerza nuclear fuerte*, que liga el protón y el neutrón dentro del núcleo, como también, a los *quarks* que los componen. Su portador es el bosón sin masa llamado *gluón* (g). El neutrino, sin carga eléctrica y con muy poca masa, interacciona con las otras tres partículas mediante la *fuerza nuclear débil*. (Figura 13, derecha) Además, de alguna manera, se ajusta a la intuición aristotélica de la materia, ya que, al transformarse unas partículas nucleares en otras se puede producir una transmutación. Es decir, variando la cantidad de protones (número atómico) que es lo que define un elemento químico se puede transformar, por ejemplo, plomo (82) en oro (79) eliminando dos protones del núcleo del átomo de plomo.

Desde nuestro enfoque podríamos arriesgar un modelo estándar resumido, en donde se haga evidente que las fuerzas fundamentales contrapuestas (formas) que afectan la materia surgen de procesos locales. (Gell-Mann, 2003, p. 195) (Figura 14).

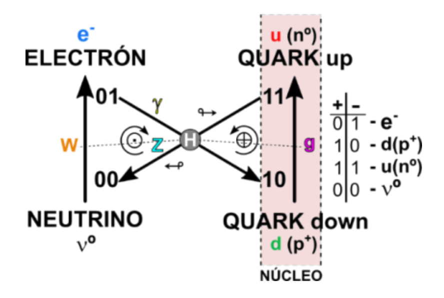


Figura 14 PAU DEL MODELO ESTÁNDAR
Referencias: nº: neutrón – p⁺: protón – d(p⁺): quark down del protón – u(nº): quark up del neutrón – νº: neutrino – γ: fotón – g: gluón – w, z, H: bosones

En la figura anterior, basados en el álgebra, en la teoría de grupos y en la simetría (como en el modelo estándar de partículas) podemos ver las interacciones entre las cuatro partículas elementales que constituyen el "corazón" de la materia: **e**$^-$ (*electrón*), **u** (*quark up*), **d** (*quark down*) y **v**^{o} (*neutrino*).

Completan el modelo los bosones intermedios **w** y **z**, que son partículas mediadoras de la interacción nuclear débil. Se encargan, en general, de cambiar el "sabor" de otras partículas. El bosón **w** interviene en la desintegración *β* en la que un neutrón se convierte en un protón y se emite un **e**$^-$ y un *antineutrino*. En tanto que el bosón **z** interviene solo como partícula portadora de "momento lineal". Cuando dos partículas se intercambian un bosón **z**, una le pasa el "momento" a la otra. Esto se llama "interacción de corriente neutra". Ninguna de las partículas cambia de "sabor". Finalmente, el bosón de Higgs (H), tiene un papel fundamental en el mecanismo que origina la masa de las partículas elementales.

Los bosones intervienen en todo lo que conocemos del universo:

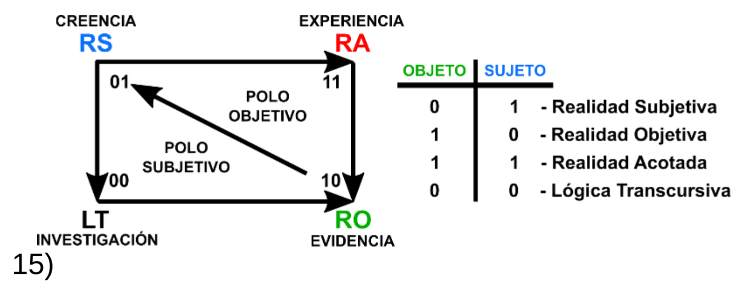
γ (fotón): vida ontogenética (electroquímica)
g (gluón): vida filogenética (sol, luz, energía)
w, z (intermedios): radiactividad
H (Higgs): transforma energía en masa

9. Conclusiones

Analizar la realidad desde el punto de vista científico requiere que sean explorados, al menos, tres niveles: El de la "realidad subjetiva" o del observador que en este trabajo se postula como el sustento y determinante de los otros niveles, que se basa en una "creencia". El de la "realidad objetiva" que es el nivel abordado tradicionalmente por la ciencia y en donde se puede

optar por distintas formas o teorías desde donde observar y medir lo real, que se basa en la evidencia. Y el de la "realidad acotada" en donde se explora y se pone en valor el objeto de estudio de una investigación, que se basa en la experiencia.

El 'hilo conductor': 'creencia → evidencia → experiencia' constituye, a su vez, un PAU que ensambla los elementos fundamentales de toda investigación (Figura



15)

Figura 15 PAU GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La Figura 16 resume todo lo analizado. Este esquema muestra la dependencia entre los niveles explorados de la realidad. El análisis de la realidad objetiva se ha realizado desde tres propuestas distintas: a) Los "tres mundos de conocimiento" de Popper (1993); b) Los niveles de abstracción de Floridi (2008); y c) Desde las leyes de simetría de Van Fraassen (1989).

Esta disposición pone en relieve que toda investigación es un proceso dinámico y evolutivo, en donde el sujeto que investiga y su dominio constituyen el eje principal (∇). Sin embargo, esto no es un impedimento para que este planteo sea considerado, bajo cualquier aspecto, como científico.

El método científico tradicional, sin ser obligatorio ni una garantía absoluta de resultados exitosos, depende

exclusivamente, de la disposición creativa para ser llevado a cabo. De poco serviría como método si no le fuera posible encausar esta creatividad.

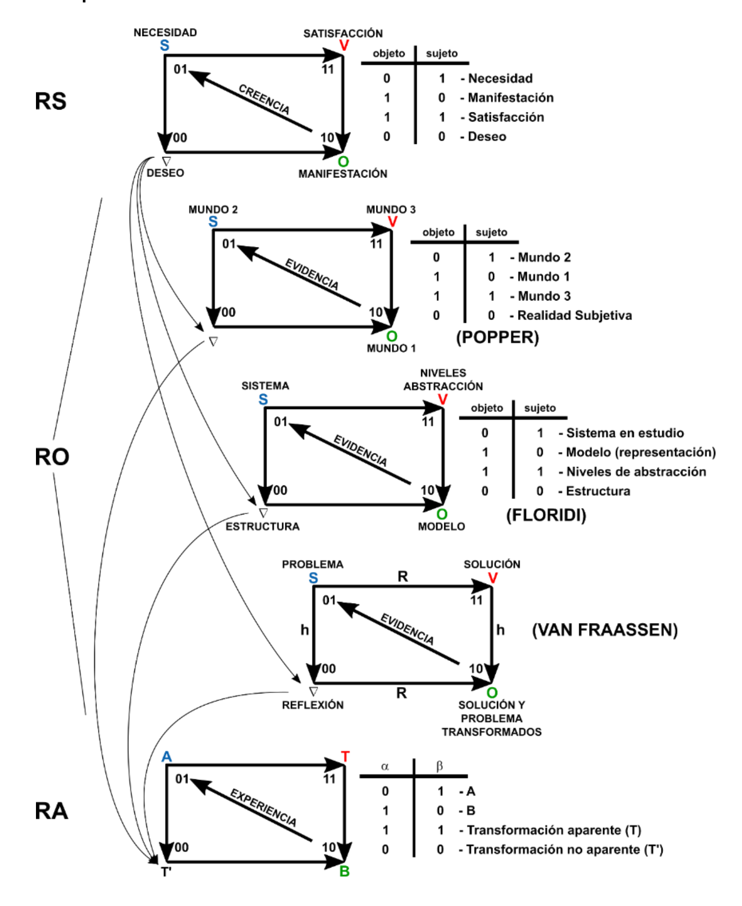


Figura 16 PAU[S] DEL ANÁLISIS DE LA REALIDAD
Referencias: S: sujeto – O: objeto – V/T: transformación aparente - ∇/T': transformación no aparente – RS: realidad subjetiva - RO: realidad objetiva – RA: realidad acotada

La Lógica Transcursiva, a la que podríamos caracterizar como una “transformada semántico-relacional”, posibilita la delimitación de los elementos fundamentales que intervienen en cualquier enfoque original que se haga de la realidad, para que luego, sobre ellos se pueda aplicar el riguroso proceso de análisis, de organización del material disponible, de ordenamiento y de crítica de las ideas que exige la metodología vigente para que lo que se obtenga sea un conocimiento científico válido.

Desde todo lo analizado surgen los fundamentos del método propuesto:

- Encontrar los elementos fundamentales que caracterizan un fenómeno
- En función de un par de atribuciones contrapuestas, asignarles una identidad operativa.
- Con los elementos fundamentales y las transformaciones que los ligan, formar un grupo algebraico de permutación, que oficie de “patrón dinámico básico” a la vez que asegure el adecuado ajuste metodológico.
- Cualquier transformación que no pertenezca al “patrón básico” puede ser utilizada para transferir a un nuevo sistema, representante de otro fenómeno, los aspectos fundamentales de sistemas conocidos, para que, una vez que se ajusten al patrón genérico, nos brinde una explicación del nuevo fenómeno.

REFERENCIAS

Aristóteles (2004). *Tratados de lógica* (el Organón). México, Editorial Porrúa.

Aristóteles (2007). *Física*. Barcelona, Editorial Gredos.

Aristóteles (2011). *Poética*. Valentín García Yebra (Traductor). Madrid, Editorial Gredos.

Cuadrado, G. and Salatino, D.R. (2017). "*Quasi-Tautologies: The Case of the Birch Moth*." Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 3: pp. 53-59. (Jul. – Sep. 2017); ISSN: 2415-0371.

Diamantopoulos, A.; Siguaw, J. A. (2013). *Introducing LISREL: A guide for the Uninitiated*. London, SAGE

Feyerabend, P. (2001). *La conquista de la abundancia*. Barcelona, Paidós.

Floridi, L. (2008). *The Method of Levels of Abstraction*. Minds and Machines, Volume 18, Issue 3, pp. 303-329.

Friberg, J. (2007). *A Remarkable Collection of Babylonian Mathematical Texts*. New York, Springer.

Gell-Mann, M.; Ne'eman, Y. (1964). *The eightfold way*. New York, W. A. Benjamin, Inc.

Gell-Mann, M. (2003). *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*. Barcelona, Tusquets.

Hegel, G. W. F. (1982). *Ciencia de la lógica*. 2 Tomos. Buenos Aires, Ediciones Solar.

Hempel, C. G. (1952). *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*. Chicago, The University of Chicago Press.

Hempel, C. G. (1965). *Scientific Explanation. Essay in the Philosophy of Science*. New York, The Free Press.

Hume, D. (1748-1894). *An Enquiry concerning the Human Understanding, and an Enquiry concerning the Principles of Morals*. Oxford, Clarendon Press.

Kline, M. (1980). *Mathematics. The Loss of Certainty*. New York, Oxford University Press.

Lederman, L. M.; Hill, C. T. (2004). *Symmetry and the beautiful universe* – New York, Prometheus Books.
Mill, J. S. (1882). *A System of Logic, Ratiocinative and Inductive: being a Connected View of the Principles of Evidence and the Methods of Scientific Investigation*. New York, Harper & Brothers, Publishers.
Newton, I. (1997 – 1687). *Principios matemáticos de la Filosofía Natural*. Buenos Aires, Ediciones Altaya S. A.
Noether, E. (1918). *Invariante Variationsprobleme*, Nachr. d. König. Gesellsch. d. Wiss.zu Göttingen, Math-phys. Klasse, s. 235-257
Masera, G.A., Vasquez, M.G., and Salatino, D. R. (2017). "*The Map and the Universe: The Work of Maurits Cornelis Escher from a Cultural-Historical Approach*." Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 2: pp. 27–35. (Jul. – Sep. 2017); ISSN: 2415-0371.
Peirce, C. S. (1878) *Deduction, Induction, and Hypothesis*. Popular Science Monthly, Vol. 13, pp. 470-482.
Platón (2007). *Parménides*. Santa Cruz, M. I.; Vallejo Campos, A; Cordero, N. L. (Traductores). Barcelona, Editorial Gredos.
Popper, K. R.; Eccles, J. C. (1993). *El yo y su cerebro*. Barcelona, España, Editorial Labor, S. A.
Salatino, D. R. (2009). *Semiótica de los sistemas reales* – Tesis Doctoral en Letras especialidad Psicolingüística por la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina – Director: Dra. Liliana Cubo de Severino.
Salatino, D. R. (2012). *Aspectos psico-bio-socioculturales del lenguaje natural humano. Introducción a la teoría psíquica del lenguaje* - Mendoza, Argentina - Desktop Publishing, Amazon, ISBN: 978-987-33-2379-9.

Salatino, D. R. (2013a). *Psiquis – Estructura y función* – Mendoza, Argentina – Autoedición. ISBN: 978-987-33-3808-3.
Salatino, D. R. (2013b). "*El proyecto de Freud*". En: Psicoanálisis. Revista de la Asociación Psicoanalítica Colombiana. 24(1-2), pp. 43-60.
Salatino, D. R. (2015a). "*Ficciones, solo ficciones*." En: Conceptos y Lenguajes en ciencia y tecnología. Cuadrado, G.; Redmond, J.; López, R. (Editores). Serie: Selección de Textos, Volumen 3, pp. 251-273. Universidad de Valparaíso, Chile. ISBN: 978-956-358-724-1.
Salatino, D. R. (2015b). *Las 2201 páginas de una teoría. La verdadera historia de la Lógica Transcursiva*. 4 Volúmenes – Mendoza, Argentina, Autoedición – ISBN: 978-987-33-6655-0.
Salatino, D. R. (2015c). "*Bases neurológicas y psíquicas del lenguaje musical*." En: Actas de ECCoM, La experiencia musical: cuerpo, tiempo y sonido en el escenario de nuestra mente. Vol. 2, Nº 1, pp. 257-267.
Salatino, D. R. (2015d). *Sobre el inconsciente* – En: Psicoanálisis – Revista de la Asociación Psicoanalítica Colombiana. Vol. XXVII, Nº 1, pp. 199-228.
Salatino, D. R. (2016a). *Procesos Cognitivos. Fundamentos Neurofisiológicos. Una teoría del funcionamiento psíquico* – Mendoza – Argentina, Autoedición – ISBN: 978-987-42-2038-7.
Salatino, D. R. (2016b). *La importancia de la simetría*. En Educación en Ciencias Empíricas en Facultades de Ingeniería. (ECEFI 2016), pp. 19-49. Ed. Cuadrado, G.; Gómez, L. – Mendoza, Argentina, Facultad Regional Mendoza –Universidad Tecnológica Nacional.
Salatino, D. R. (2017a). "*Beyond the Decisions-Making: The Psychic Determinants of Conduct and Economic*

Behavior." Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 1: pp. 6–26. (Jan. – Mar. 2017); ISSN: 2415-0371.

Salatino, D. R. (2017b). "*Beyond the Decisions-Making II: Methodological Aspects*." Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 2: pp. 6–24. (Apr. – Jun. 2017); ISSN: 2415-0371.

Salatino, D. R. (2017c). *Tratado de Lógica Transcursiva. El origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva*. Mendoza, Argentina, Primera autoedición. ISBN: 978-987-42-5099-5.

Salatino, D. R. (2017d). "*Transcurssive Logic as Method*." Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 3: pp. 5–18. (Jul. – Sep. 2017); ISSN: 2415-0371.

Salatino, D. R. (2017e). "*Language production – First part*" Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 4: pp. 5-21. (Oct. – Dec. 2017); ISSN: 2415-0371.

Salatino, D. R. (2018a). "*Language production – Part 2*" Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 4, No. 1: pp. 5–17. (Jan. – Mar. 2018); ISSN: 2415-0371.

Salatino, D. R. (2018b). "*Language acquisition – Part 1 of 3*." Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 4, No. 2: pp. 1-14. (Apr. – Jun. 2018); ISSN: 2415-0371.

Salatino, D. R. (2018c). *La "geometría funcional" como fundamento de la estructura y la función del aparato psíquico*. En Revista de Psicopatología y Salud Mental del niño y del adolescente. (Recibido: 15/4/18 – Aceptado: 30/5/18) Vol. 32 (En Prensa). Fundació Orienta, Barcelona. España.

Samaja, J. (2005). *Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Buenos Aires, Eudeba.

Tersoglio, A. E.; Salatino, D. R. et al. (2015). *Repeated implantation failure in oocyte donation. What to do to improve the endometrial receptivity?* JBRA Assisted

Reproduction; 19(2): 44-52. doi: 10.5935/1518-0557.20150012.
Tersoglio, A. E., and Salatino, D.R. (2017). "*Implantation Failure*." Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 3: pp. 36-43. (Jul. – Sep. 2017); ISSN: 2415-0371.
Van Fraassen, B. C. (1989). Laws and Symmetry. Oxford, Clarendon Press.
Wright, S. (1921). *Correlation and Causation. Part I. Method of Path Coefficients*. Journal of Agricultural Research, Washington, D. C. Vol. XX, Nº 7.

2. LA LÓGICA DENTRO DE LA LÓGICA
Reinterpretación del álgebra de Boole desde la Lógica Transcursiva

Dante Roberto Salatino[2]

RESUMEN

En la introducción que Boole hace en su obra “Análisis Matemático de la Lógica” de 1847, se aproxima a uno de los fundamentos operativos de la Lógica Transcursiva. Allí nos dice que “quienes están familiarizados con la teoría del álgebra simbólica, saben que la validez de su análisis no depende de la interpretación de los símbolos, sino únicamente de las leyes de su combinación”.

La aseveración anterior deja muy clara la preponderancia que Boole le da a las relaciones. Atendiendo a este interés por lo relacional, nos propusimos en este trabajo tratar de comprender, en esencia, cómo fue que Boole le dio una forma algebraica a la lógica. Para llevar a cabo esta tarea decidimos valernos de los principios que rigen la Lógica Transcursiva (LT).

Se inició el análisis de las proposiciones categóricas: afirmativa universal, negativa universal, afirmativa particular y negativa particular. En instancias de analizar esta última, descubrimos que se podía describir todo un universo a partir solamente de ella. Esto es, que no solo nos decía que, por ejemplo, “algún a no es b”, sino que además nos podía decir: que hay “a que no son b”, que hay “b que no son a”, que hay “a que son b”, y que en el resto del universo hay “algo” que “no es a ni es b”.

Entonces, desde la LT se indagó sobre las relaciones que ligan los contenidos anteriores para tratar de determinar cómo se pudo generar esta estructura algebraica. Luego de algunos pasos se le dio entidad a los cuatro elementos que resultaron

[2] UNCuyo.

de esta indagación, y que, al relacionarlos, formaron una estructura algebraica llamada grupo de Galois o de permutación. Estructura que constituye el "lenguaje universal" en que está escrita la LT.

En el análisis de los principios básicos en los que sustenta el álgebra de Boole, hemos descubierto que entre sus valores de verdad y funciones se ocultaban algunos aspectos de la realidad que se revelan cuando la abordamos desde lo subjetivo. Esto es, que hay una 'lógica implícita' que subyace a la propuesta binaria booleana, lógica que hemos denominado 'transcursiva' porque deja constancia de una cierta evolución a través del tiempo, de lo que afecta a un observador.

De entre los hallazgos habidos debemos destacar: a) la existencia de un sistema complejo basado, no en sus elementos constitutivos y en una finalidad determinada, sino en las interrelaciones que ligan a sus componentes, b) una complejidad sistémica que faculta una respuesta dinámica adaptativa frente a las exigencias (entradas), c) la posibilidad de analizar mediante la estructura descubierta, la situación relacional de varios sistemas binarios, simultáneamente (distribución heterárquica de sistemas jerárquicos), d) la no dependencia funcional de la estructura con respecto al observador (proceso de medición), como sí ocurre con cualquier situación que sea abordada 'objetivamente', y e) la ventaja que significa el hecho de poder considerar situaciones en donde están en juego más de dos estados, aunque sean excluyentes.

Desde la perspectiva transcursiva se abre un interesante panorama de posibles aplicaciones de esta forma de observar la realidad.

Palabras clave: lógica, álgebra de Boole, realidad subjetiva, lógica transcursiva.

1.0 INTRODUCCIÓN

"*Quienes están familiarizados con el estado actual de la teoría del álgebra simbólica, son conscientes de que la validez de los procesos de análisis no depende de la interpretación de los símbolos que se emplean, sino únicamente de las leyes de su combinación*."
(George Boole, 'Análisis Matemático de la Lógica, 1847, p. 3)

La introducción que Boole hace en su 'Análisis Matemático de la Lógica' se aproxima a uno de los fundamentos operativos de la Lógica Transcursiva (LT), cual es el generar una estructura que puede ser modificada mediante funciones. Más aún cuando la completa diciendo: "*Todo sistema de interpretación que no afecte a la verdad de las relaciones supuestas, es igualmente admisible*."

Para comprender en esencia cómo Boole le dio una forma algebraica a la lógica, utilizaremos los principios en que se basa la LT, esto es, la abordaremos desde la perspectiva del sujeto. Emprendemos esta tarea a sabiendas de que la lógica, desde sus comienzos, se definió como objetiva. Así, en el primer libro de los 'Primeros Analíticos' aristotélico no hay ninguna mención a factores subjetivos. Aunque, no es desde Aristóteles desde donde la lógica moderna toma su severa actitud objetiva, sino desde las matemáticas que quiso imitar en el periodo booleano inicial. (Bochenski, 1981, p. 10)

Un álgebra de Boole es una 'estructura algebraica', es decir, un clasificador de conjuntos en función de los elementos que contengan, y queda definida por cualquier conjunto en el que tengamos, al menos, dos elementos distintos y opuestos para representarlos, digamos '1' para la afirmación y '0' para su opuesto, la negación. (Del Vado Virseda, 2017, p. 80) Apelaremos a los diagramas lógicos de Euler para entender mejor esta estructura.

> "*Dado que una noción general contiene una infinidad de objetos individuales, se considera un espacio en donde todos los individuos estén contenidos. Así, para la noción de 'hombre' creamos un espacio en donde estén contenidos todos los hombres. Para la noción de 'mortal', también creamos un espacio en donde estarán contenidos todos los mortales. Entonces, cuando digo que todos los hombres son mortales, equivale al hecho de que la primera figura está contenida en la segunda*."
> (Euler, 1768, Lettre CII, p. 98) (Traducción propia)

Así representó las cuatro proposiciones categóricas: *afirmativa universal*, *negativa universal*, *afirmativa particular* y *negativa particular*. (Figura 1)

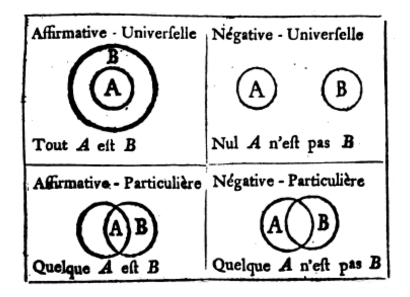


Figura 1 PROPOSICIONES CATEGÓRICAS
(Imagen del original. Euler, 1768, p. 101)

2.0 PROPOSICIÓN PARTICULAR NEGATIVA – UN NUEVO UNIVERSO

Tomaremos la proposición negativa particular: algún A no es B, para encarar nuestro análisis del trabajo de Boole (Figura 2).

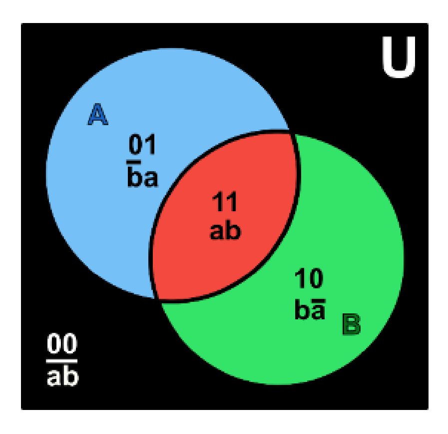


Figura 2 PROPOSICIÓN NEGATIVA PARTICULAR

La gráfica de la Figura 2 nos muestra que en la superposición de dos conjuntos se forman en realidad cuatro regiones generales. Veamos: de un conjunto universal o fundamental **U**, podemos decir que está 'habitado' por dos subconjuntos: **A** y **B**, cuya superposición nos muestra que hay un subconjunto de **a** que no es **b** (01). Que también hay un subconjunto de **b** que no es **a** (10). Y en lugar de *algún **a** no es **b***, hay un subconjunto de **a** que además es **b** (11). Todos estos subconjuntos están 'habitando' un universo **U** en donde no hay más **a** ni tampoco **b** (00) que los citados. (Nahin, 2013, p. 45)

Supongamos que **A** representa a las mujeres y **B** a las personas diestras de este universo. El esquema nos está mostrando que el universo **U** está poblado por mujeres zurdas (01), por hombres diestros (10), por mujeres diestras (11), y por hombres zurdos (00). Luego, el gráfico anterior más que decirnos que *alguna mujer no es diestra*, nos muestra todo el contenido de ese universo y su distribución. Esto es, identifica el contenido diverso de la estructura.

3.0 ESTRUCTURA ALGEBRAICA

La LT indagó además, sobre las relaciones que ligan los contenidos anteriores. A continuación veremos cómo se pudo haber generado esta estructura algebraica.

Sea **U** un universo *ad hoc* que determina el *alcance*[3] de una función dada y **A** una *clase*[4] incluida en este universo, a la que llamaremos genéricamente *desorden* y que representa el *dominio*[5] de tal función (Figura 3).

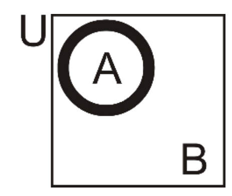


Figura 3 UNIVERSO

Llamaremos a su vez, *ámbito* o **contextura** de **A** al conjunto de elementos que pertenecen a ella, en este caso *desorden* y denominaremos *contenido* de **A**, todos los elementos que no pertenezcan a ella; es decir, que pertenezcan a su *complemento* (**B**) que también será una contextura y que genéricamente llamaremos *orden* (ausencia de desorden).

Si la pertenencia al ámbito la simbolizamos con ‘1’, la pertenencia al contenido, lo haremos con ‘0’ (Figura 4).

---

[3] Aquello constituido por los elementos de los cuales se predica una función.

[4] Conjunto de elementos que tienen alguna propiedad en común.

[5] Son los elementos del alcance que satisfacen una función dada.

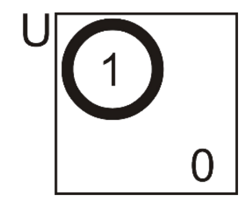


Figura 4 RELACIÓN CONTEXTURA-UNIVERSO

Para cualquier elemento de **U**, cada **contextura** está determinada, en realidad, por dos valores (Figura 5) que se interpretan de la siguiente forma: ‘1’ pertenece a la **contextura** considerada y ‘0’ pertenece a la “contextura complementaria” (su ausencia).

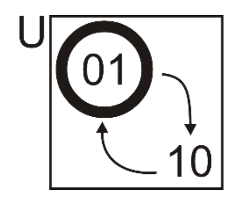


Figura 5 CONTEXTURA

Este par de valores está ligado a una doble relación: son opuestos (uno es la negación del otro) y son complementarios (uno es el complemento del otro). Lo mismo se cumple considerándolos de a pares. Si representamos **A** y **B** por sus “valores de contextura” y en forma apareada, tenemos: **0110**. Si negamos[6] estos valores, obtenemos: **1001**. Esto se podría definir como el establecimiento de una dinámica cíclica que estaría dada por la tendencia de ir hacia el *orden* (10) a través del *desorden* (01) y viceversa. También, como el ‘grupo

[6] Determinamos sus opuestos.

de transformaciones' necesarias para preservar la simetría de un invariante algebraico (Noether, 1908, 1918), como ya veremos. Esta dinámica se pone en evidencia cuando negamos sucesivamente una **contextura** en su totalidad, sin ser anulada, como sucede en la negación tradicional[7]. Todo sucede como si se negara el "continente" de los elementos pertenecientes a la **contextura** y no la propiedad de los elementos mismos (el contenido).

Esta dinámica planteada es una relación diádica[8] establecida entre clases de 'pares ordenados'[9] de valores.

3.1 FUNCIÓN

Hay otro tipo de relación que puede ser instaurada en este universo. Esta relación es de un tipo particular que llamaremos 'relación funcional' o *función*.

Aquí función es asignar un elemento de la **contextura** o continente a un elemento del *contenido*. Podemos decir que la *función* proyecta el *continente* en el *contenido*. O de otra forma, se proyecta un conjunto de estructuras en otro conjunto de estructuras. A esta proyección la llamaremos *transformación* o cambio. (Figura 6).

---

[7] En esta negación lo que se hace es negar solo la **contextura A** (01), con lo cual se la anula (desaparece), transformándose en la **contextura B** (10).

[8] Vincula dos clases.

[9] Así, el par ordenado <0,1> en este orden, satisface la relación 'tendencia de ir hacia el desorden' y el par ordenado <1,0>: 'tendencia de ir hacia el orden'; ambas relaciones planteadas en **U**.

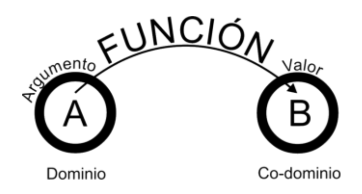


Figura 6 FUNCIÓN O TRANSFORMACIÓN

Entonces, para cada estructura que ‘ingresa’ en la *transformación* hay una estructura que `sale’ de ella. Con esto, caracterizamos una tercera **contextura** en nuestro universo (Figura 7). Esta **contextura** no es evidente cuando consideramos el universo estático, pero cuando lo ponemos en “movimiento” mediante negaciones sucesivas del *continente* de nuestra “contextura base”, aparece una “contextura mediadora” que deja registro en su estructura de este acontecer. La forma que tiene de registrar lo ocurrido es “atrapando” en su propio *continente* los elementos que definen el *continente* de cada “contextura relacionada”. Por eso, su representación es 11, lo cual certifica que ambos “polos opuestos” (*continente* y *contenido*) de nuestro universo original, son simultáneos. A esta nueva clase la llamaremos *organización*.

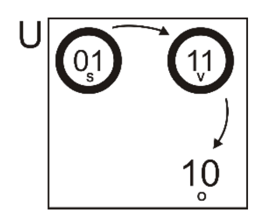


Figura 7 ORGANIZACIÓN

Lo de *organización* es porque trasciende la mera estructura al dejar constancia de la interrelación entre dos contexturas. Maneja el “lugar” para dos valores (los

de las contexturas que relaciona), actuando así como una especie de "memoria" de distribución de sistemas bivalentes, que al ser negados de esta forma, no desaparecen.

Se crea de esta forma una relación triádica[10] que deja constancia de una "negación mediada" (Hegel, 2011, p. 419). Es decir, que el transcurrir de un polo a su opuesto (algo que promueve cualquier negación) es "mediado" por una *transformación*. Por tanto, el polo de origen (argumento o **dominio** de la función. *Fuente de cambio*) no desaparece si no que queda representado en la estructura (ámbito o continente) de la "contextura mediadora" para que, en un paso posterior, pueda alcanzar el polo opuesto (valor o **codominio**) de la función. *Destino del cambio*), habiéndose conservado el polo origen[11]. Si cambiamos las cifras binarias (01,11,10) por sus equivalentes decimales (1,3,2) vemos que la negación de 1(01) no es 2(10) (su polo opuesto) sino 3(11) y que la negación de 3(11) no es 0(00)[12] sino 2(10). La *negación mediada* es en realidad un 'desplazamiento conservador', como el *aufheben* de Hegel, o el "como si" de Hans Vaihinger (1911).

Se debe dejar constancia que esta estructura que hemos esbozado no sigue las leyes de la lógica clásica como lo hace la estructura definida por Boole. Por ejemplo, la *negación de la negación* (negación doble) no da una afirmación (el mismo elemento desde el que se partió[13]) sino que como resultado se obtiene el polo opuesto (como en una negación tradicional), sin perder los

---

[10] Porque relaciona tres contexturas.
[11] Así, ambos polos están presentes en forma simultánea, a pesar de ser excluyentes.
[12] El opuesto de 11 es 00.
[13] $\sim\sim p = p$; $\sim 01 \rightarrow 10$; $\sim 10 \rightarrow 01$.

términos involucrados. Este mecanismo descrito tampoco sigue dos de los principios básicos de la lógica aristotélica[14], que sí respeta Boole: el 'principio de no contradicción', ya que los extremos opuestos están presentes ambos en una misma situación, y el 'principio del tercero excluido', ya que entre uno y otro extremo existe una tercera entidad que no solo tiene elementos comunes con los dos extremos (en partes iguales), sino que además está presente simultáneamente con ellos.

Esta relación triádica creada, a nuestro juicio, representa adecuadamente un universo 'vivo' (puede evolucionar) en uno de sus aspectos básicos: su estructura superficial o aparente. A esta estructura la llamaremos *compleja* porque sus elementos guardan entre sí una triple relación, son: opuestos, complementarios y concurrentes (o simultáneos) (Morin, 1977, p. 101).

3.2 ESTRUCTURA

¿Por qué decimos que lo que acabamos de analizar es una estructura?

Lo decimos porque cumple con las pautas establecidas por Piaget (1985, p. 6) para toda estructura. Veamos:

1º) Es un conjunto de transformaciones que entraña leyes en cuanto conjunto (por oposición a las propiedades de los elementos) que se conserva o se enriquece por el mismo juego de sus transformaciones sin que estas lleguen a un resultado fuera de sus fronteras o reclamen algunos elementos exteriores. O sea cumple con las siguientes características:

- totalidad
- transformación

[14] A pesar de que las operaciones ~(01•~01) y (01+~01) representan principios o leyes lógicas.

- autorregulación

2º) Da lugar a una formalización por dos razones: a) puede traducirse en ecuaciones lógico-matemáticas, y b) puede pasar por el intermedio de un modelo cibernético para ser emulada.

Analicémosla detenidamente bajo los tres caracteres planteados por Piaget:

- Es una totalidad porque está formada por elementos subordinados a las leyes que caracterizan el conjunto (leyes u operaciones de composición) que no se reducen a 'asociaciones acumulativas', sino que le dan a este conjunto, propiedades distintas de las de los elementos constitutivos. Tal como lo establece Piaget, lo que cuenta no son los elementos, ni el todo, sino las relaciones entre los elementos. O sea, el todo es el resultado de las relaciones de composición cuyas leyes son las que determinan el conjunto a través de su unidad.
- Hay una transformación que en nuestro caso es una *función*, el cambio que juega un papel organizativo.
- Hay autoajuste (autorregulación) porque existe una conservación y 'cierto cierre' ya que el proceso no conduce más allá de sus fronteras, generando elementos que solo pertenecen a la estructura y conservando así sus leyes. Esto es, respeta las leyes de la simetría: conservación e invariancia. (Noether, 1918)

3.3 OPERACIÓN DE COMPOSICIÓN

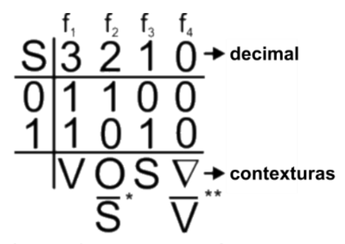
¿Cuál es la ley u operación de composición en este caso?

Toda la estructura que hemos tratado de determinar parte solamente de dos valores: 0 y 1 (igual que en la estructura algebraica de Boole), y que representan la ‘ausencia’ y la ‘presencia’ de un solo elemento, respectivamente.

Según vimos, la *función* es un método para asignar a cada elemento de su **alcance**, un único elemento de su **dominio**. Teóricamente, el número (N) de estas funciones puede ser infinito y depende de: 1) el número (n) de variables de clase (en este caso es igual a 1 y la llamaremos S); 2) el número (m) de valores de clase, en este caso es igual a 2: ‘0’ y ‘1’, y 3) el número (c) de combinaciones que podamos hacer de estos dos valores. La fórmula (Peirce, 1958, CP. 4,260) que nos permite calcular el número de funciones posibles es:

$N = c^{m^n}$ Por tanto $N = 2^{2^1} = 2^2 = 4$ funciones

Estas funciones (f_n) pueden ser expresadas según se muestra en la Tabla I.



*Significa **No S** o negación de **S** y es equivalente a **O**

Significa **No V o negación de **V** y es equivalente a ∇

Tabla I

La Tabla I muestra que cada una de las funciones detalladas constituye una clase a la que le hemos asignado un nombre, además de su equivalente decimal. Otros detalles a tener en cuenta son: a) las clases de la segunda mitad de la tabla (S y ▽) son complementarias y opuestas a las de la primera mitad (V y O), y b) la clase S es la clase de la cual partimos (S = 01 = 1).

Podemos expresar los elementos de la Tabla I mediante un sistema gráfico (*Ibidem*, CP. 4,261) que nos ayude a interpretar visualmente lo que se tratará más adelante (Figura 8). Este modo gráfico es muy sencillo y consiste en 'cerrar' con un segmento los dos sectores del símbolo 'X' que no intervienen, con sus valores, en la formación de la clase respectiva. La lectura de los valores se realiza siguiendo el sentido de rotación de las agujas del reloj (flechas ▸). El nombre asignado a la contextura está ubicado sobre los dos valores que la constituyen (sectores del gráfico resultante que quedan abiertos).

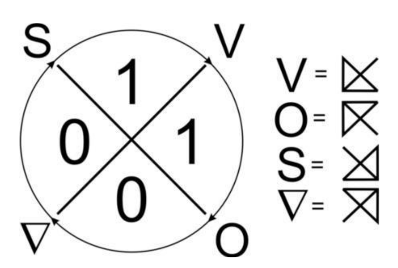
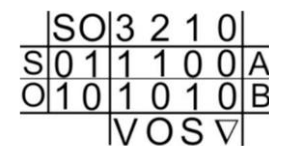


Figura 8 GRÁFICOS DE PEIRCE

Si ahora tomamos dos variables de clase (**S** y **O** de la Tabla I), obtendremos la Tabla II.



	S	O	3	2	1	0	
S	0	1	1	1	0	0	A
O	1	0	1	0	1	0	B
			V	O	S	∇	

Tabla II

Para interpretar la Tabla II haremos algunas precisiones. En la lógica de clases las operaciones de clases sirven para componer clases complejas a partir de clases simples. Estas operaciones son básicamente tres: *unión*, *intersección* y *complemento*.

La *unión* de clases (∪) tiene las mismas propiedades que la *disyunción inclusiva* (incluyente) entre proposiciones (aunque aquí no es una función de verdad). Una *intersección* de clases (∩) tiene las propiedades de una *conjunción* proposicional. El *complemento* de una clase (∽) tiene las propiedades de una *negación* proposicional.

Volviendo a la Tabla II, vemos que la única operación posible entre **S** y **O** para que ambos valores obtenidos sean verdaderos (1) es la *unión* (regida por la disyunción proposicional), que está expresada en la clase **V**. Ahora, si recordamos lo que representa **V**, observamos que esta operación es una *unión* (disyunción) muy particular.

Una clase es distinta de otra cuando existe al menos una propiedad que no le es común y esa propiedad puede no pertenecer a la clase en cuestión. Es suficiente con que se le pueda atribuir a una, o a la otra, pero no a ambas simultáneamente. Por tanto, lo que **V** expresa es que solo se incluyen en su **ámbito** las propiedades distintas de las clases que relaciona, excluyendo las propiedades

iguales. A esta *unión* se la llama, por esta razón, *exclusiva* (en contraposición a inclusiva que contempla o incluye las propiedades iguales) y tiene las mismas propiedades que la disyunción exclusiva (XOR).

Entonces la definición aquí sería: "Un elemento pertenece al **ámbito** de la *unión exclusiva* de dos clases (A⊕B), cuando pertenece por lo menos al **ámbito** de una de ellas. Y no pertenecerá al **ámbito** de esta unión, cuando pertenezca al **ámbito** o **contenido** de ambas".

Lo anterior muestra que la operación de composición de la estructura planteada en la Figura 7 es la *unión exclusiva* y que está basada en la XOR (Figura 9).

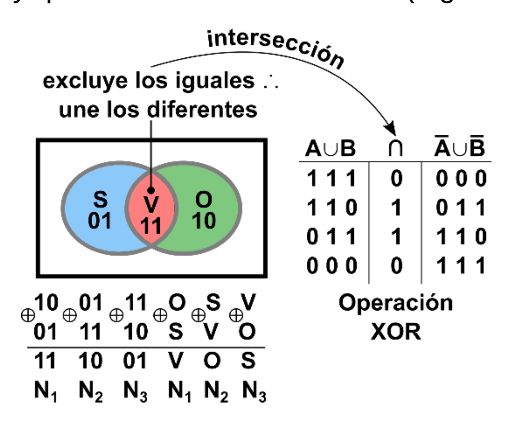


Figura 9 XOR

Si aplicamos esta operación descrita a nuestras contexturas, veremos lo que se muestra en la parte inferior de la Figura 8. La unión de las contexturas sucesivas da como resultado la siguiente contextura. Hay un "desplazamiento" igual al registrado durante las negaciones sucesivas N_1 y N_2. Esto confirma que la operación de composición de nuestra estructura triádica

es ⊕ (disyunción exclusiva o XOR). Si aplicamos esta operación una vez más a nuestra estructura, verificaremos que es equivalente a una tercera negación (N_3).

El resultado obtenido nos reservaba una sorpresa: la clase obtenida es la de donde partimos: **S**(01). Esto constituye una estructura de apariencia cíclica como lo muestra la Figura 10.

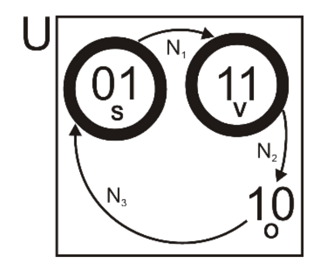


Figura 10 ESTRUCTURA CÍCLICA SUPERFICIAL

Ahora sí está completa esta estructura superficial de **U**; estructura que cicla 'a saltos'[15] a través del tiempo, indefinidamente, planteando un tipo de 'relación' entre los actores 'reales' de este universo.

3.4 ESTRUCTURA CÍCLICA PROFUNDA

Nunca mejor caracterizado este proceso que hemos visto como "estructura superficial o aparente" ya que, en la realidad de este universo planteado, no es lo único que ocurre.

Si observamos detenidamente la Figura 10 notaremos que la tercera negación (N_3): el desplazamiento de **O**(10)

---

[15] Va de una clase a otra por sucesivas negaciones (de una sola vez; todo o nada; 0 o 1). Por esta razón, la estructura superficial se la considera discreta o discontinua.

→ **S**(01), no se diferencia en nada de una negación clásica. Luego, ¿por qué no desapareció **O**(10)?

La explicación está en que N_3 aparenta ser una negación clásica pero en realidad es una 'negación mediada' por un cambio; o sea, es producto de una *función*.

Este cambio al que aludimos está 'oculto', no es evidente y además, tiene características de ser 'acumulativo'. La razón de que no se 'vea' es que, así como la clase representante del cambio evidente capturaba en su ámbito, el ámbito de las clases que relacionaba (11); aquí aparece una clase que captura el contenido de ambas clases relacionadas (00). Si **V**(11) representaba la co-presencia de los polos, ∇(00) representa la co-ausencia de estos. (Figura 11)

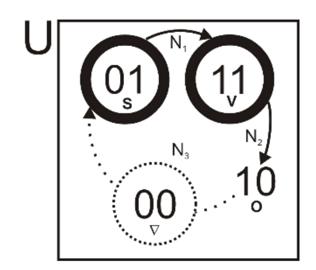


Figura 11 TRANSFORMACIÓN O CAMBIO OCULTO

El valor nulo (00 – decimal: 0) hace a esta nueva clase: ∇, 'invisible'.[16] Esto es así porque captura en su propio contenido, el contenido de las clases relacionadas

[16] Esta situación, en la lógica de clases se caracteriza como **ámbito** nulo y **contenido** universal. O lo que es lo mismo, una clase nula por razones lógicas, ya que no hay elementos que pertenezcan a su **ámbito**; todos pertenecen a su contenido. Aquí *co-ausencia* no significa inexistencia, que supone además de ausencia, imposibilidad de presencia, sino que representa el valor funcional de la *co-presencia*.

dejando constancia del proceso de desplazamiento y evitando la desaparición de **O**(10), como hubiera ocurrido en una negación clásica.

Como tiene que haber coherencia en el sistema, necesariamente, deben llevarse a cabo una serie de operaciones que justifiquen este desplazamiento mediado y demostrar por qué se llega a **S**(01) a pesar de tales operaciones.

La intervención de una nueva clase: ∇(00), 'oculta', produce un punto de inflexión[17] en la estructura superficial, evidente o discreta.

Como muestra la Figura 11, el paso intermedio ∇(00) entre **O**(10) y **V**(11) (oculto) genera un polo opuesto a **V**(11); o sea, su complemento (y su opuesto o negación). Este complemento lo es en todo sentido, aun en el hecho de ser lo opuesto a lo evidente. Ahora **V**(11) queda completa como clase ya que adquiere su **contenido**.

Podemos suponer, basándonos en la evidencia, que la operación de composición que liga a esta nueva clase ∇ a los polos ya existentes S y O, debe ser opuesta a XOR. Esta operación existe y se llama *equivalencia*. Esta equivalencia se basa en las propiedades formales de la bicondicionalidad (doble implicación) proposicional (insistimos: aquí no es una función de verdad). Su definición en nuestro caso sería: "Un elemento pertenece al contenido de la intersección de dos clases (A⋂B), cuando pertenece al contenido de ambas clases; y no pertenecerá al contenido de la intersección, cuando pertenezca solo al contenido de una de ellas". En gráficos y símbolos, se muestra en la Figura 11.

---

[17] En el sentido geométrico del término: punto en el cual una curva cambia de sentido. Ya veremos por qué.

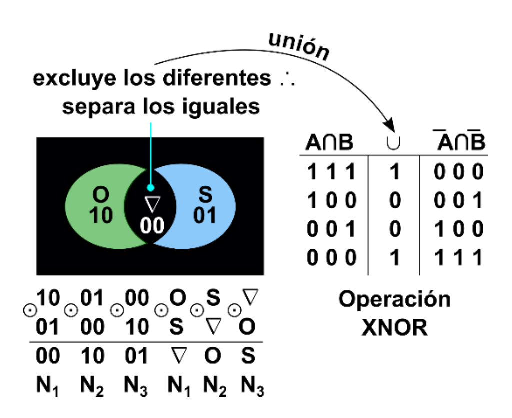


Figura 11 EQUIVALENCIA

Si aplicamos la operación descrita a la nueva contextura tendremos lo que muestra la parte inferior de la Figura 11.

Igual que en la estructura superficial, la aplicación sucesiva de la operación sugerida equivale a las sucesivas negaciones, ya que 'cicla' por las diferentes contexturas. Aplicando una vez más la *equivalencia* llegamos al comienzo del ciclo que en este caso es de tipo recursivo o recurrente y al cual llamamos reflexivo[18]

Queda así planteada una nueva estructura triádica que representa adecuadamente el aspecto 'profundo' (oculto, no evidente) de la realidad de nuestro universo. Esta estructura cicla en forma continua[19] (Figura 12). En esta figura se pone en evidencia por qué la aparición de **00** significa un 'punto de inflexión'. La estructura superficial

---

[18] En honor a Hegel (Hegel, 1807/1985, p. 17).

[19] Va de un extremo a otro en forma continua, pasa de 0 a 1 en infinitos pasos.

cicla a la derecha[20] y esta estructura profunda lo hace hacia la izquierda.[21]

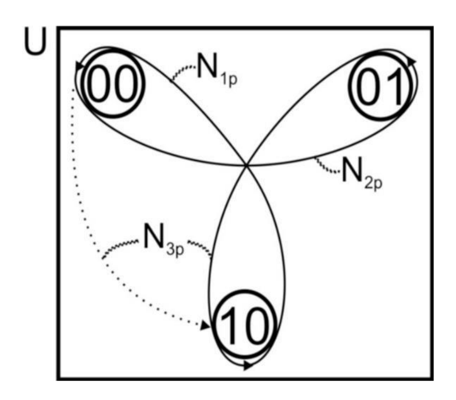


Figura 12 CICLO PROFUNDO
Referencias: N_{np}: negaciones profundas

4.0 NEGACIÓN MEDIADA

"*En este universo, una segunda negación, no es una afirmación*."

La *negación mediada* constituye la herramienta idónea para representar lógicamente la subjetividad. Esto es posible porque se comporta como un distribuidor de sistemas binarios, lo cual a su vez, define el proceso reflexivo, patrimonio exclusivo del sujeto (S). Esta definición es algo ambigua pero la podríamos rescatar si

decimos que la negación mediada se comporta como una distribución heterárquica[22] de sistemas jerárquicos.

[20] Ciclo dextrógiro o en el sentido de las agujas del reloj.
[21] Ciclo levógiro o en contra de las agujas del reloj.
[22] *Heterarquía*: se refiere a la situación de interdependencia que debe existir entre niveles o subsistemas diferentes en los cuales se

Para aplicar la *negación mediada* se debe poseer un conjunto de elementos mayor de dos. Partiendo de un sistema trivaluado se pueden plantear 6 patrones reflexivos que representan las relaciones posibles entre sujeto (S) y objeto (O) mediadas por una transformación.

Como ya lo dijimos, cada contextura (o elemento binario unitario) está compuesto por 'orden' y 'desorden' o ambos. (Figura 13)

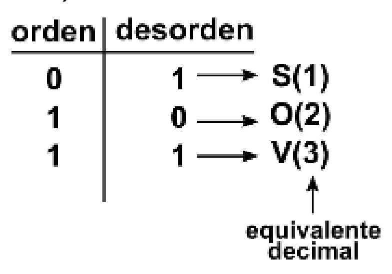


Figura 13 TABLA DE ASIGNACIONES

Según la tabla anterior S y O son elementos opuestos (uno es la negación del otro), tal como lo establece la lógica booleana (bivaluada).

La *negación mediada* distribuye este sistema trivaluado generando un bucle reflexivo y conservador, de acuerdo

$1 \rightarrow 2$
$3 \rightarrow 1$
$2 \rightarrow 3$

con la siguiente norma (Figura 14):

Figura 14 NEGACIÓN MEDIADA

Lo cual significa que: la *negación segunda* (N_2) de 1 es 2; que la N_2 de 3 es 1, y que la N_2 de 2 es 3.

---

desarrollen procesos distintos en forma simultánea. (McCulloch, 1945)

Esto produce un intercambio (y no una anulación) entre elementos (contexturas) que luego de tres negaciones nos lleva al elemento inicial, cerrando el ciclo que en este caso, es levógiro (L_V). (Figura 15)



Figura 15 CICLOS LEVÓGIRO (L_V) – DEXTRÓGIRO (D_X)

Así se relacionan el S y el O por intermedio del cambio V, que binariamente tiene componentes de ambos por igual (11) (decimal = 3). En la Figura 15 se representa un ciclo dextrógiro, en donde, el régimen de negaciones es el siguiente: 1 → 3 – 3 → 2 – 2 → 1. Si en la figura anterior reemplazamos los números decimales por sus equivalentes ontológicos tenemos, en el levógiro: SOV, OVS, VSO. Aquí, a pesar de ser un ciclo levógiro, los distintos patrones se obtienen, prácticamente, haciendo un desplazamiento hacia la derecha del elemento extremo izquierdo. Lo opuesto ocurre en el otro ciclo: SVO, OSV, VOS, en donde, a pesar de ser un ciclo dextrógiro, para obtener los distintos patrones tenemos que desplazar hacia la izquierda el elemento extremo derecho. Todas estas sucesiones, desde el punto de vista lógico se obtienen aplicando, de a pares, una XOR.

5.0 EL CUARTO ELEMENTO

Para constituir una verdadera contextura compuesta (patrón de la realidad) se necesitan 4 elementos. Provocamos la 'generación' del cuarto elemento para conformar un *sistema tetrádico* [Un verdadero sistema]. Esto se puede lograr si a un sistema trivaluado afectado (perturbado) por la *negación mediada* le aplicamos la negación clásica. Ahora, en estas circunstancias, una

negación binaria no tiene el mismo efecto que la aplicada en forma individual a un sistema bivaluado. O sea, no lo anula, sino que lo duplica ya que la no correspondencia de valores deja el tercer valor sin correspondiente negado. O de otra forma, produce la aparición de otro elemento que representa la 'ausencia de relación' entre S y O. Si V al relacionar (interrelacionar) S y O representa una cierta 'organización', ∇ (binario = 00 - decimal = 0) da cuenta de cierta 'desorganización', que en realidad representa una capacidad potencial de reorganización del sistema (autoorganización).

Este nuevo valor no tiene lugar en un sistema trinario, por tanto obliga a generar otro bucle trinario que se una al anterior, aunque con características particulares. Es reflexivo, porque lo estructura una *negación mediada*, pero además, cicla en sentido inverso y pese a que los elementos constitutivos son los mismos que los originales: S y O, no los une una contextura binaria que los coparticipa (co-presencia), sino que los disocia o independiza (co-ausencia), prediciéndose la secuencia (a saltos) del sistema completo (6 valencias) (sistemas binarios distribuidos). Por lo tanto, el 'desplazamiento' de un elemento a otro se lleva a cabo, no de manera abrupta, sino difusa (continua). Los sentidos de giro contrapuestos de estos dos ciclos explican la complementariedad isomérica que poseen.

p	÷p	$\overline{÷p}$	
3 →	1 →	2	
2 →	3 →	(0)	← 4to elemento
1 →	2 →	1	

Tabla II NEGACIÓN MEDIADA – 4to ELEMENTO
Referencias: ÷: negación mediada - ¬ : negación clásica

La Tabla II establece los pasos especificados anteriormente.

Vemos, en el esquema anterior, de dónde surge el cuarto valor. Debemos tener en cuenta que la *co-presencia* es un signo de heterarquía, no de jerarquía o transitividad, lo que posibilita la coordinación (organización), y por ende, la autorreflexión. Esto además, permite ensamblar sistemas jerárquicos (binarios) (subordinados) y heterárquicos (n-arios) (coordinados).

6.0 PATRÓN AUTÓNOMO UNIVERSAL (PAU)

Si ensamblamos las dos estructuras descritas en este universo que hemos construido, obtendremos un verdadero sistema representado por una estructura algebraica semejante a la propuesta por Boole, pero con la diferencia significativa de que en nuestro caso, el 'universo' representa un 'grupo de permutación' como los que ayudó a definir Galois en 1832. Esta última característica permite que la estructura propuesta por la LT sea dinámica. O sea, tenga una evolución mientras transcurre el tiempo, propiciada por las funciones (relaciones) que la definen. Por esto último es que la lógica que describe y explica esta evolución se llama 'Lógica Transcursiva'. (Figura 16)

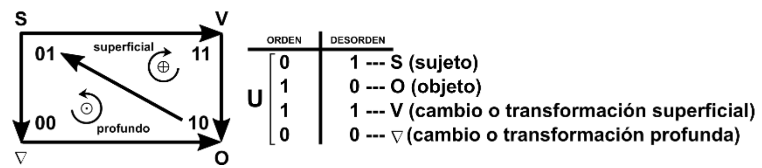


Figura 16 PAU

Referencias: ⊕: XOR - ⊙: Equivalencia – **U**: Universo

El esquema anterior muestra un ‘universo’ representado por un sistema complejo, resultado del ensamble de manifestaciones evidentes y ‘ocultas’. A esta ‘unidad’ le hemos dado el nombre de PAU (Patrón Autónomo Universal). En él quedan expresadas tanto su estructura como sus funciones (relaciones), esto es, la ‘geometría funcional’ que pretende representar la más pequeña evidencia de realidad que un sujeto pueda concebir.

El PAU es, estructuralmente hablando, un ‘grupo de Galois’, pero desde el punto de vista funcional es una ‘Conexión de Galois’. En 1832, Galois descubre el *grupo* que define como un conjunto de elementos reunidos por una operación de composición (en nuestro caso ⊕) que aplicada en algunos elementos del conjunto, nos vuelve a dar un elemento del conjunto. Existe en este conjunto un elemento neutro que compuesto con otro del mismo conjunto, no lo modifica (en nuestro caso ∇). Existe una operación inversa que compuesta con la de composición, da el elemento neutro (en nuestro caso ⊙). Finalmente, todas las composiciones son asociativas o independientes de su agrupamiento. Estas características hacen de este grupo un prototipo de estructura, dado que no surge de los propios elementos constitutivos, sino de las interrelaciones permutativas entre ellos. (Salatino, 2017, p. 206)

Una lógica bivaluada, como la de Boole, es isomorfa. Este isomorfismo surge del *principio del tercero excluido*. La dualidad de conjunción y disyunción y el hecho de que en la lógica clásica la línea divisoria entre designación y no-designación, coincide con la distinción entre afirmación y negación. (Ibidem, p. 64)

En LT no existe tal dualidad, pues se da un ‘ensamble’, una *conexión de Galois* (matemáticamente hablando), en donde disyunción y conjunción constituyen la

oposición mediadora entre otra oposición: los dos conjuntos iniciales: S y O. Esto permite establecer una relación entre lo objetivo (lo conocido) y lo subjetivo (lo desconocido), sugiriendo así que lo subjetivo debería corresponder también, de alguna manera, a los hechos reales. (Salatino, 2009) Tampoco se respeta el *principio del tercero excluido*, aquel que define la jerarquía de los sistemas binarios, patrimonio del contenido monocontextural. En una lógica policontextural como la LT, lo que liga a los distintos continentes (o nichos ontológicos – Salatino, 2008) es una relación heterárquica. Luego, podríamos decir que la LT representa una ‘distribución heterárquica de sistemas jerárquicos o binarios’.

La lógica bivaluada es tradicionalmente considerada como la doctrina de las ‘leyes del pensamiento’ (Boole, 1854). Estas leyes se suponen reguladoras de la actividad de un sistema computacional o sujeto (S) el cual mapea su entorno. Ellas se refieren, por designación, a un mundo externo y por autorreferencia, a sí mismos. En otras palabras, el sistema clásico bivaluado representa dos lugares ontológicos a los cuales podemos llamar, convencionalmente, ‘pensamiento’ y ‘ser’. (Günther, 1967) Lo anterior constituye una doble inconsistencia. Por un lado, un sistema binario tiene cabida para un solo lugar ontológico, por algo Günther lo catalogó de ‘monocontextural’. Por otro lado, un sistema bivaluado como el de Boole, solo puede representar el objeto o el sujeto y uno por vez. Además, ’pensamiento’ y ‘ser’ no son ni pueden ser jamás lugares ontológicos o reales, no por lo menos, desde el punto de vista subjetivo. (Salatino, 2009)

Volviendo a la interpretación algebraica de Boole, vemos que si x e y representaban dos clases diferentes, $x + y$ representaba una clase que contenía, simultáneamente, a todos los individuos de x y de y. La situación anterior se corresponde con la *unión* de la 'lógica de clases'. Por otro lado, Boole interpretó la diferencia entre clases $x - y$ como la clase formada por todos los individuos de la clase x y ninguno de la clase y. Lo cual equivale a la intersección de la 'lógica de clases'. De todo lo anterior surge el siguiente par de igualdades:

$$x + (1 - x) = 1 \qquad \textbf{(1)} \text{ (unión)}$$

$$x \bullet (1 - x) = 0 \qquad \textbf{(2)} \text{ (intersección)}$$

La ecuación **(1)** nos habla de la totalidad de los individuos de un universo (los que pertenecen a la clase x y los que no, su complemento, cuya suma da la unidad).

La ecuación **(2)** expresa matemáticamente, el 'principio de no contradicción' aristotélico. (Del Vado Virseda, 2017, p. 56)

Boole no solo incluyó la suma y la resta entre símbolos en su álgebra, sino también la división, la cual cumple un importante papel en este método. La solución que, por ejemplo, daba a la ecuación $xw = y$, era $w = y/x$. Sin aclarar qué significa esta operación en lógica, la interpreta introduciendo la 'expansión (o desarrollo) de una función'.

El método de la 'expansión' funciona de la siguiente forma: si $f(x)$ es una expresión algebraica, su expansión viene dada por:

$$f(x) = f(1)x + f(0)(1 - x) \qquad \textbf{(3)}$$

La identidad anterior se establece asumiendo la forma general: $f(x) = ax + b(1 - x)$ (Tener en cuenta que $(1 - x) = y$). Luego, a y b son determinados estableciendo $x = 1$, $x' = 0$, $y = 1$ y $y' = 0$. Para una expresión con dos variables, tenemos:

$$f(x,y) = f(1,1)\,xy + f(1,0)\,xy' + f(0,1)\,x'y + f(0,0)\,x'y' \quad (4)$$

Luego, si $f(x,y) = y/x$, entonces:

$$y/x = 1/1 \,.\, xy + 1/0 \,.\, xy' + 0/1 \,.\, x'y + 0/0 \,.\, x'y' \qquad (5)$$

El argumento de Boole para igualar una función con su expansión es, cuando menos, defectuoso porque asume (sin justificarlo) que cualquier función aplicada a sus variables es lineal. (Nahin, 2013, p. 69)

Como vemos, la incompatibilidad entre el álgebra de Boole y la LT es múltiple. En primer lugar, respeta estrictamente los principios básicos de la lógica aristotélica, algo que no sucede en LT. En segundo lugar, el uso de la ‘expansión de una función’ si bien describe, de alguna manera, las ‘clases’ que habitan el universo analizado no acierta a establecer completamente las relaciones correctas que se generan entre ellas **(4)**, ni tampoco dice sobre el mecanismo que permite ‘trasladarse’ de una a otra para escrutar dicho universo (Figura 17).

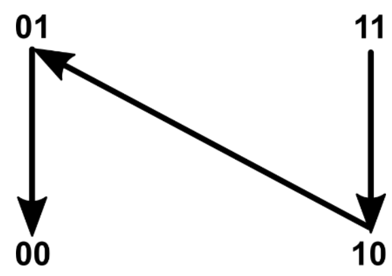


Figura 17 EXPANSIÓN DE UNA FUNCIÓN

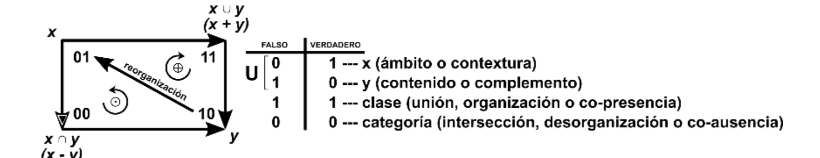


Figura 18 LA LÓGICA DENTRO DE LA LÓGICA

El PAU de la Figura 18 muestra claramente que las semejanzas que pueda haber entre el álgebra de Boole y la LT, son nada más que eso, meras semejanzas.

El núcleo fundamental de la LT (PAU) tiene una estructura que consta, por un lado, como si de una clase se tratara (en tanto conjunto de objetos), de un **ámbito** (o contextura) ***x***, y de un **complemento** (o contenido) ***y***. Por otro lado, de la 'unión por las diferencias' de ***x*** e ***y*** (***x*** ∪ ***y***) y su opuesto, la 'separación por las semejanzas' de ***x*** e ***y*** (***x*** ∩ ***y***).

Desde el punto de vista funcional, este núcleo, determina de ***x*** e ***y***, la presencia simultánea de lo que los distingue (***x + y*** o *disyunción*), y la ausencia simultánea de lo que tienen en común (***x • y*** o *conjunción*). De esta forma, configuran un 'ensamble' de la unión (⋃) de lo que los diferencia, con la separación (⋂) de lo que los iguala, esto es, el pertenecer ambos al conjunto de los elementos reales o que tienen existencia en el universo considerado.

De esta manera quedan definidas las transformaciones que ligan ***x*** e ***y*** que completan el **PAU**. La 'transformación aparente o superficial' (organización o co-presencia) que llamamos 'clase', y la 'transformación oculta o profunda' (desorganización o co-ausencia) que llamaremos 'categoría'. Es importante aclarar los términos utilizados. La *categoría transcursiva* no es ni la

aristotélica forma del pensamiento que reproduce algo que ocurre en la realidad objetiva, ni los conceptos puros del entendimiento kantiano, ni alguna de las tres categorías ontológicas de Peirce, ni tampoco las de Hegel, sino la base del 'sentido' de las interrelaciones que guardan los actores principales en la realidad subjetiva de un determinado universo (**U**). Por su parte, la *clase transcursiva* no es un conjunto de cosas que comparten alguna propiedad, sino todo lo contrario, es la unión de distintos objetos que difieren en algún aspecto.

Finalmente, lo obtenido en el nivel superficial del PAU (organización: unión por las diferencias = 11) es proyectado en el nivel profundo, (desorganización: separación por las semejanzas = 00) mediante el 'punto de inflexión' que significa la aparición del 'cuarto elemento'. Esta proyección lleva como fin, primero, desorganizar lo obtenido a nivel superficial, para luego reorganizarlo en función de las exigencias de la operación anterior. Tener en cuenta que el nivel superficial es el que registra las 'demandas' del entorno, su 'organización'. Una vez ocurrido el proceso de reorganización a nivel profundo, lo obtenido es nuevamente proyectado a la superficie, por el mismo 'canal' del punto de inflexión, pero recorrido en sentido inverso. Esta última proyección sitúa al sistema en un nuevo nivel de equilibrio con el entorno, pero ahora con una complejidad mayor que le ha permitido adaptarse a las exigencias ambientales.

CONCLUSIÓN

En el análisis de los principios básicos en los que sustenta el álgebra de Boole, hemos descubierto que entre sus valores de verdad y funciones se ocultaban algunos aspectos de la realidad que se revelan cuando la abordamos desde lo subjetivo. Esto es, que hay una

‘lógica implícita’ que subyace a la propuesta binaria booleana, lógica que hemos denominado ‘transcursiva’ porque deja constancia de una cierta evolución a través del tiempo, de lo que afecta a un observador.

De entre los hallazgos habidos debemos destacar: a) la existencia de un sistema complejo basado, no en sus elementos constitutivos y en una finalidad determinada, sino en las interrelaciones que ligan a sus componentes; b) una complejidad sistémica que faculta una respuesta dinámica adaptativa frente a las exigencias (entradas); c) la posibilidad de analizar mediante la estructura descubierta, la situación relacional de varios sistemas binarios, simultáneamente (distribución heterárquica de sistemas jerárquicos); d) la no dependencia funcional de la estructura con respecto al observador (proceso de medición), como sí ocurre con cualquier situación que sea abordada 'objetivamente', y e) la ventaja que significa el hecho de poder considerar situaciones en donde están en juego más de dos estados, aunque sean excluyentes.

Desde la perspectiva transcursiva se abre un interesante panorama de posibles aplicaciones de esta forma de observar la realidad.

REFERENCIAS

Bochenski, J. M. (1981). *The General Sense and Character of Modern Logic.* En 'Modern Logic – A Survey. Historical, Philosophical, and Mathematical Aspects of Modern Logic and its Applications. Edited by Evandro Agazzi. Dordrecht, Holland, D. Reidel Publishing Company.

Boole, G. (1847). *The Mathematical Analysis of Logic*. Cambridge, Macmillan, Barclay & Macmillan.

Boole, G. (1854). *An Investigation of the Laws of Thought. On which are founded the mathematical theories of logic and probabilities*. Cambridge, Macmillan and Co.

Del Vado Virseda, R. (2017). *Boole. El creador del algebra de la lógica*. Serie: Genios de las matemáticas. Barcelona, RBA Coleccionables, S. A.

Euler, L. (1768). *Lettres a une princesse d'Allemagne. Sur divers sujets de Physique & de Philosophie*. Tome Second. Saint Petersbourg, L'Academie Impériale des Sciences.

Günther, G. (1967). *Time, Timeless Logic and Self-Referential Systems* – Ann. N. Y. Acad. Sci; 138, pp. 397-406.

Günther, G. (1972). *Negation and Contexture*, en: www.vordenker.de (Edición: Febrero 2004), J. Paul (Ed.). Manuscrito no publicado fechado 21/8/1972.

Hegel, G. W. F. (1812/1816 - 2011). *Ciencia de la Lógica* – Madrid, Abada Editores – UAM Ediciones.

Hegel, G. W. F. (1807 – 1985). *Fenomenología del espíritu*. Madrid, Fondo de Cultura Económica.

McCulloch, W. (1945). *A Heterarchy of Values Determined by the Topology of Nervous Nets*. Bull. Math. Biophys; 7, pp. 89-93.

Morin, E. (1986). *El método. La naturaleza de la naturaleza*. Madrid, Cátedra.

Nahin, P. J. (2013). *The Logician and the Engineer. How George Boole and Claude Shannon created the information age*. Princeton, NJ, Princeton University Press.

Noether, Emmy (1908), «*Über die Bildung des Formensystems der ternären biquadratischen Form* [Sobre sistemas completos de invariantes para formas ternarias

biquadráticas] », Journal für die reine und angewandte Mathematik 134: 23- 90. [Tesis Doctoral]
Noether, E. (1918). *Invariante Variationsprobleme*, [Problema de variaciones invariantes] Nachr. d. König. Gesellsch. d. Wiss.zu Göttingen, Math-phys. Klasse, s. 235-257
Peirce, Ch. S. (1958). *The Collected Papers.* Vols. I-VI ed. Charles Hartshorne and Paul Weiss (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1931-1935), Vols. VII-VIII ed. Arthur W. Burks (Cambridge, MA: Harvard University Press) (CP)
Piaget, J. (1985). *El estructuralismo*, Buenos Aires, Hyspamérica.
Salatino, D. R. (2008). *Realidad, lenguaje natural y una lógica alternativa*. Anales de Lingüística – Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Filosofía y Letras – Instituto de Lingüística – Centro de Estudios Lingüísticos (Tomo XXVII-XXVIII-XXIX: 2005-2006-2007): 75-106. Mendoza, Argentina: Editorial FFL. ISSN: 0325-3597.
Salatino, D. R. (2009). *Semiótica de los sistemas reale*s – Tesis Doctoral en Letras – Facultad de Filosofía y Letras – Universidad Nacional de Cuyo - Mendoza, Argentina.
Salatino, D. R. (2017). *Tratado de Lógica Transcursiva. El origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva*. Mendoza, Argentina, Primera autoedición. ISBN: 978-987-42-5099-5.

3. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN INGENIERÍA
La perspectiva del agente

Guillermo A. Cuadrado[23]; Juan Redmond[24]; Rodrigo López[25]

Resumen: Un *problema* se *resuelve* determinando la información que satisface una duda, una dificultad o un procedimiento, una afirmación se *fundamenta* dando ciertas razones, mientras que un hecho se *explica* mostrando cómo o por qué sucedió. Los tres procesos tienen funciones comunicativas distintas pero son mutuamente transformables porque comparten información homologable y este hecho influye sobre la comprensión del agente que los aplica. El propósito de esta contribución consistió en determinar los elementos constitutivos de un problema, de una fundamentación y de una explicación, y a su vez, determinar que son eventos mutuamente transformables, porque la información que emplean es homologable. También se buscó caracterizar esos eventos, estableciendo como se relacionan con la compresión del agente que los lleva a cabo. El método utilizado para la obtener la información fue el análisis lógico y epistemológico de la bibliografía pertinente y además, se eligió la Lógica Transcursiva, porque agrega la perspectiva del agente a las manifestaciones evidentes de los eventos señalados. Como esta metodología prescinde del marco de referencia es posible acoplar los aspectos subjetivos con la realidad observada, en forma integral o restringida, según sea la delimitación del ámbito estudiado. Se encontró que en los procesos orientados a resolver, fundamentar y explicar, hay una condición que opera a modo de *regla de paso* general que permite la evolución interna de cada uno de ellos hacia su designio. También hay que considerar las hipótesis implícitas, porque éstas pueden afectar la garantía de verdad o de verosimilitud de la incógnita elucidada, el fundamento de la

[23] FRM-UTN, UNCuyo
[24] Universidad de Valparaíso, Chile.
[25] Universidad de Valparaíso, Chile.

tesis o la explicación proporcionada. Se concluyó que la transformabilidad mutua de los eventos señalados tiene una aplicación importante en la mejora de las posibilidades expresivas de manuales universitarios, memorias de cálculo, peritajes y otras descripciones científicas.

Palabras claves: ⟨información homologable⟩; ⟨enunciado⟩; ⟨eventos transformables⟩; ⟨resolver⟩

1.0 Introducción

En un sentido amplio, la Ingeniería es un ámbito de transformaciones que pueden cambiar la realidad de manera efectiva, admitiendo también que puede modificar la percepción generando sensaciones ilusorias, como es el caso de la realidad virtual. Esos procesos resultan de la actividad de múltiples agentes, entre ellos ingenieros, técnicos y operarios especializados, que resuelven problemas de manera sistemática y coordinada, para lograr sus propósitos. Cabe decir que el conjunto formado por el *agente*, el *problema* y su *resolución* constituye la principal unidad operativa que conduce a una realización determinada, sea ésta un puente sobre un río o un juego que produce la ilusión de un entorno con escenas y objetos de apariencia real.

Por cierto, resolver un problema es una actividad que recae en uno o más sujetos y consiste en determinar la información que satisface una duda, una dificultad o un procedimiento que se va a aplicar. Los problemas referidos en este trabajo están relacionados con las ciencias de la ingeniería y los resolventes considerados son profesionales y también estudiantes avanzados o que se inician.

Los agentes que se desempeñan en el ámbito de la ingeniería tienen conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos. Estos últimos se distinguen por sus funciones específicas, ya que la meta de la ciencia es conocer la realidad, la de la técnica es lograr algo útil para un propósito determinado, mientras que la tecnología es una hábil aplicación de conocimientos científicos a una técnica. Las relaciones mutuas son estrechas y recíprocas, porque esos agentes aplican conocimientos científicos y usan técnicas y tecnologías para llevar a cabo sus investigaciones. (Agazzi: 1996, 93-96).

Con respecto a los conocimientos usados para resolver los problemas, estos tienen dos significaciones, una *objetiva* y otra *subjetiva.* En la primera el conocimiento se refiere a proposiciones objetivas conocidas que integran teorías, modelos y métodos. Las mismas están representadas por signos de lenguajes naturales o artificiales usados en ciencia y tecnología. En cambio, la significación *subjetiva* del conocimiento alude a una propiedad humana individual, que permite a quién conoce comprender relaciones de contenido y realizar correctamente las operaciones intelectuales para ello. (Bochenski: 1976: 30-32).

A propósito de las significaciones del conocimiento, es oportuno señalar la teoría de los tres mundos de Popper (1982, 76-77, 107-108), en la que los objetos físicos forman el *mundo 1*; las disposiciones, expectativas y procesos mentales constituyen el *mundo 2*; mientras que los contenidos objetivos de pensamiento científico, artístico o de otra índole, que contienen libros, bibliotecas, museos, y repositorios digitales componen el *mundo 3*. Este último, se genera en el lenguaje humano y consiste en problemas, teorías y argumentos, que son

independientes de los sujetos y por ese motivo también se lo denomina 'mundo del conocimiento objetivo sin sujeto cognoscente'.

El conocimiento subjetivo, inherente al *mundo 2*, depende del contenido de los repositorios que tiene el *mundo 3*, y éste influye a su vez sobre las disposiciones para actuar o el interés por el conocimiento que tienen los sujetos. Dicho brevemente, el *mundo 2* y el *mundo 3*, están en una relación recursiva impulsada por las descripciones expresadas en el lenguaje, cuyo contenido está regulado por las ideas de verdad y de verosimilitud. Cabe agregar que el aspecto subjetivo del conocimiento requiere de capacidad, dedicación y predisposición por parte del agente, para poder resolver problemas y realizar descubrimientos científicos o tecnológicos

Es evidente entonces que cuando un agente resuelve un problema usa teorías y modelos, que son sistemas de información usados para procesar y revelar algún aspecto de la realidad que se está estudiando. En particular, resolver problemas usando modelos produce aserciones que tienen consecuencias cognitivas en el ámbito profesional. Estas últimas incorporan el tema tratado en la línea de investigación relacionada con la necesidad del sujeto de comprender esas consecuencias a través de la verificación objetiva de los resultados de un problema o una investigación, de encontrar su fundamento y explicar cómo se relacionan entre sí.

Al *resolver un problema* se establece la información necesaria para satisfacer una duda, una dificultad o un procedimiento. En cambio, una afirmación se *fundamenta* si se dan las razones para que ésta no sea una mera opinión. Mientras que *explicar* un hecho es hacerlo comprensible, mostrando cómo o por qué

sucedió. Si bien, los tres procesos tienen funciones comunicativas distintas son mutuamente transformables porque comparten información homologable. Por esa razón se sostiene la tesis de que *fundamentar una afirmación*, *resolver un problema* usando modelos, o *explicar científicamente un hecho* son eventos mutuamente transformables, porque emplean información homologable.

En cuanto a los objetivos de este trabajo, estos consisten en caracterizar los procedimientos señalados en la tesis, estableciendo cómo se relacionan con la compresión del agente que los lleva a cabo, utilizando para ello un patrón autónomo universal (PAU) de la Lógica Transcursiva.

En este trabajo se eligió como metodología la Lógica Transcursiva, porque complementa las manifestaciones evidentes de la porción de realidad indagada con la perspectiva del agente. Si se tiene en cuenta que la ciencia es una manera de observar la realidad, esta metodología lo hace prescindiendo de cualquier marco de referencia. Este hecho permite acoplar los aspectos subjetivos y objetivos de la realidad, ya sea en forma integral o restringida, según sea la delimitación del ámbito estudiado.

A continuación se caracterizan: 1) la *lógica transcursiva* como método de investigación; 2) el *lenguaje* usado por la comunidad académico científica de los ámbitos tecnológicos; 3) los *criterios de verdad* para disciplinas de la ingeniería; 4) los conceptos de *teorías y modelos*, de acuerdo con los criterios de la *visión semántica*; 5) una breve caracterización de la *resolución de un problema*, el *fundamento de una tesis* y la *explicación científica por leyes de cobertura*; y 6) las *hipótesis simplificadoras* y *otras hipótesis implícitas* que muchas

veces intervienen como premisas tácitas o sobreentendidas. Además, con el propósito de delimitar el alcance de este trabajo a las carreras profesionales vinculadas a la tecnología que utilizan teorías formalizadas, se analizan casos de modelos de manuales universitarios para principiantes y para alumnos para avanzados; y finalmente, los modelos de aplicación profesional orientados a resolver problemas.

2.0 La lógica transcursiva como método de investigación

La *lógica transcursiva* se desarrolló para estudiar el lenguaje natural y delimitar el aparato psíquico que procesa y registra lo percibido, otorgando sentido a la realidad. Entre otras funciones es un método de investigación que posibilita el análisis de las porciones de la realidad a estudiar. Si bien tiene en cuenta las manifestaciones evidentes de lo real, también introduce la perspectiva del sujeto. En ese sentido su carácter científico queda plasmado en dos consideraciones, la abstracta, basada en una teoría, y la empírica, basada en los hechos. Por su parte, el método científico también admite un par de opciones: el descubrimiento y la justificación. Cabe agregar que la integración de ambos métodos se realiza a través del producto lógico.

Es evidente que investigar consiste en combinar los procedimientos destinados a descubrir algo con los que validan lo descubierto. Por lo tanto, se propone utilizar un método que provee herramientas que validan el descubrimiento mediante una teoría, como ocurrió con la teoría de la relatividad, por ejemplo (Salatino, 2017, p. 22) (Figura 1).

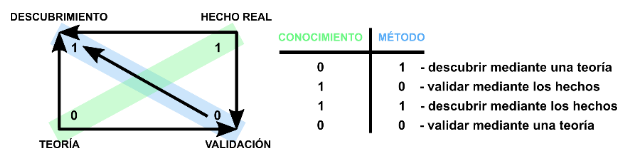


Figura 1 PAU DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

3.0 El lenguaje

Las ciencias naturales, la ingeniería y posiblemente la economía, son herederas de la tradición iniciada por Galileo de utilizar la matemática para conocer la realidad, estableciéndola como el lenguaje de la ciencia. Desde entonces, las comunidades académico-científicas vinculadas a esa disciplina utilizan el lenguaje matemático, además del convencional, para comunicar sus ideas científicas y técnicas. Durante mucho tiempo ambos lenguajes operaron sobre el conocimiento en forma disjunta.

Hecha la observación anterior, es conveniente resaltar que gracias a la contribución de A. Tarski (1944, 8-10) los lenguajes señalados quedaron articulados en los roles de *lenguaje objeto* y de *metalenguaje*. El primero se refiere a las teorías expresadas en forma matemática. En cambio el segundo, el *metalenguaje*, es el lenguaje que responde al propósito de describir y explicar los aspectos propios del *lenguaje objeto*. Por ese motivo contiene los términos de éste último expresados en lenguaje corriente con ciertas restricciones. Naturalmente, de ese modo se genera el vocabulario especializado que usa cada comunidad disciplinar para comunicarse.

Por cierto, la actividad científica requiere de lenguajes para formular sus actuaciones y expresar los conocimientos que surgen de ellos. En ese sentido, todo lenguaje está formado por signos y se pueden distinguir tres aspectos: 1) la *sintaxis* constituida por los vínculos formales entre los signos; 2) la *semántica* que relaciona los signos con los objetos nombrados; y 3) la *pragmática*

que establece el uso de los signos para una determinada comunidad de discurso. La sintaxis es la condición *a priori* para la existencia de los otros dos aspectos, por ello puede existir de manera independiente de estos, como ocurre con lenguajes como el álgebra, el cálculo o la lógica simbólica, que son disciplinas formales, porque sólo atienden a las relaciones entre signos (Morris: 1994: 23-32).

La matemática se constituyó en una ciencia formal, recién en el siglo XX, cuando se admitió que era una creación intelectual del hombre y no una ciencia natural. Se trata de una forma de pensamiento axiomático que permite deducir conclusiones. Después de ese cambio conceptual, la matemática dejó de ocuparse de observaciones, experimentos o inducciones, para ser la *sintaxis* del lenguaje de la ciencia (Boyer, 1999: 741; Bochenski, 1949: 32-39).

Por la razón expuesta, los estudios de las disciplinas elegidas para delimitar el alcance de este trabajo, comienzan con cursos de ciencias formales, como álgebra y cálculo, entre otras. Esta situación es así necesariamente, ya que la matemática provee las formas expresivas que por una posterior interpretación de sus signos incorpora una *semántica*, que la vincula con el mundo real, como es el caso de la mecánica, el electromagnetismo, la termodinámica o la economía. Luego, la dimensión *pragmática* se alcanza cuando esas teorías se usan para actuar sobre una porción de realidad, diseñando, modificando o manteniendo objetos como montacargas, líneas eléctricas, calderas o tasas internas de retorno que tienen todos los emprendimientos.

Precisando un poco más, una teoría empírica es una *forma* que unifica hechos distintos para facilitar su

comprensión. Es un *lenguaje semántico* que contienen expresiones para designar ciertos objetos reales, sus propiedades, relaciones y procesos, entre ellos los orientados a describir, comprender y predecir el mundo material (Agazzi: 1978, 101-103). La estructura de las *descripciones* que se hacen con ese tipo de *lenguajes* se llama '*realización*' o '*modelo de la teoría*'.

En el concepto de teoría propuesto por Moulines (1982: 84-85; 113) es un objeto semiótico que se compone de un *núcleo,* un *conjunto de modelos* y la *comunidad científica* que la utiliza (*T* = <*K, M, C*>). El *núcleo* es *sintáctico* y contiene relaciones y funciones, como formas expresivas para formular los *modelos*. A su vez, estos generan afirmaciones *semánticas* que describen y predicen el comportamiento de ciertas porciones de realidad. En tanto que el aspecto pragmático está contemplado en la *comunidad científica* que usa la teoría como lenguaje disciplinar, aspecto que también incluye actividades como medir, observar y realizar cálculos para predecir afirmaciones o contrastarlas.

4.0 Criterios de verdad

Según se indicó, una teoría es un lenguaje para describir el conocimiento de cierta realidad. Si además se admite que las descripciones de ámbitos más restringidos de la misma son sus modelos y estos generan afirmaciones, entonces es necesario disponer de normas reguladoras para evaluar las mismas como 'verdaderas' o 'falsas', a la luz de alguno de los *criterios de verdad* que existen.

En ese sentido, Roetti (2014, 36-43) en su libro *Cuestiones de Fundamento* sostiene que si bien existen clasificaciones más elaboradas, para fundamentar es suficiente diferenciar las tres teorías de la verdad que se corresponden con las tres dimensiones básicas de la

semiótica: *sintaxis*, *semántica* y *pragmática*. Cada criterio de verdad es una relación entre la afirmación evaluada y algo distinto de ella misma y se exponen a continuación en forma sucinta.

Los criterios reguladores de *verdad* dependen de que un enunciado se relacione con: a) el conjunto de enunciados que él integra y sin contradicciones, y se denomina '*verdad por coherencia*', es la que se utiliza en matemática, por ejemplo; b) si el enunciado describe efectivamente un hecho hay *verdad por correspondencia*, que es la usada en ciencias para conocer aspectos de la realidad; y c) si el enunciado tiene una utilidad práctica o consecuencias útiles, se llama *verdad pragmática* y, en general es la que se aplica en la evaluación de situaciones, instrumentos y máquinas.

En este trabajo se asume que teorías y modelos son construcciones que responden al propósito de un usuario de estos. Por ese motivo, cada modelo tiene tres niveles de significado que operan en forma simultánea, y cada uno regulado por una concepción de verdad. Dicho brevemente, en cada modelo existe una *verdad compleja* de tres componentes, uno por cada nivel.

En el nivel más interno, el sintáctico, opera la *verdad por coherencia*, asegurando que el modelo matemático no esté en contradicción con la teoría que lo contiene o con los formalismos usados para elaborar la descripción. Luego, una interpretación de ese modelo genera el *modelos pretendido* en el nivel semántico, allí opera la *verdad por correspondencia* que asegura que el modelo es una representación adecuada de cierta porción de realidad, para las condiciones vigentes. Además, en la medida que el modelo es una aproximación, se lo puede evaluar también por su grado de verosimilitud.

Finalmente, en el nivel de la acción opera la *verdad pragmática*, que impone las condiciones de validez que debe cumplir el modelo para el propósito buscado.

5.0 Teorías y modelos

En una primera aproximación, los modelos son objetos semióticos, ya que son entidades portadoras de información que explican algo distinto de ellos mismos. Como sistemas de información se usan para obtener, explicar y trasmitir algún aspecto de la realidad que se está estudiando. Los modelos producen afirmaciones que luego intervienen en explicaciones o en la toma de decisiones. Un enunciado declarativo puede ser la descripción de un hecho que requiere una explicación científica o ser el resultado de elucidar la incógnita de un problema. Esa afirmación está fundamentada, si la misma está expresada en un lenguaje común a los miembros de la comunidad académico-científica y además, existe un nexo argumental que la vincula con ciertas premisas. Por cierto, cuando la afirmación se genera en la resolución de un problema usando un modelo asociado a una teoría empírica formalizada hay premisas bien explicitadas. Sin embargo, existen otras implícitas que funcionan como entimemas. Algunas de ellas provienen del lenguaje matemático usado para expresar la teoría, otras provienen de mediciones o de observaciones que requiere el modelo y, en menor medida están aquellas que provienen de la concepción del modelo mismo.

En relación con lo afirmado, las premisas tácitas dependen del uso del modelo, el que a su vez, tiene un propósito. Con la finalidad de delimitar el tema, los modelos a los que se hace referencia son los utilizados en disciplinas con teorías muy formalizadas, como es el caso de las ciencias naturales, la economía o la

ingeniería. Así por ejemplo, en la formación de estudiantes de una carrera, un modelo determinado es distinto si se trata de alumnos que la inician o de aquellos que la están terminando. Naturalmente, con mayor razón es así cuando el modelo se utiliza para resolver problemas profesionales, como se intenta demostrar aquí.

La noción de *modelo* se desarrolló para explicar en cierto modo algún aspecto de la realidad. Por ese motivo se usan en todas las ciencias. En su sentido más básico, un modelo es la concepción de un objeto que representa su estructura y su función. Desde el punto de vista matemático el modelo es homomorfo con su objeto, pero si la realidad estudiada se acota con restricciones se logra un subsistema isomorfo (Burks: 2004, 953). Además, los términos 'modelo' y 'teoría' están estrechamente relacionados, ya que el primero es una interpretación del segundo. Es más, una teoría puede tener muchos modelos, como ocurre con la mecánica newtoniana.

Precisando un poco más, una teoría es una *forma* que unifica hechos distintos para facilitar su comprensión. En toda ciencia hay *teorías* y *descripciones* de algún aspecto particular. Las *teorías* son *lenguajes* que especifican la estructura que tienen las *descripciones* o *modelos de la teoría*. De este modo, si un modelo es un objeto semiótico, su forma es una estructura y por ello toda teoría, empírica o formal, es una estructura matemática (Mosterín: 1984, 197-198)

Cabe recordar, que la *visión semántica* tiene dos caracterizaciones principales, la de las *instancias* y la *representacional*. La primera se funda en la teoría de modelos de Tarski, donde un *modelo* o *realización* es una *interpretación* de una teoría en la que todos los

enunciados usados en la descripción son verdaderos. En la segunda, un *modelo* es una representación simplificada de una porción de realidad en estudio que expresa esquemáticamente la idea de quién hace el estudio, por medio de dibujos, diagramas, maquetas, mecanismos o estructuras matemáticas. Además, es posible que un *modelo matemático* describa una porción de realidad y a la vez sea la *realización* de una teoría. En ese caso el término '*modelo*' satisface en ambos sentidos a la vez (Mosterín y Torretti: 2002, 387).

Con referencia a la caracterización de la *visión semántica* de las instancias, ésta aplica la *teoría de modelos* de A. Tarski a teorías empíricas. Pero la misma fue elaborada para la matemática y afirma que cuando los términos primitivos de una teoría matemática abstracta se interpretan surge un modelo. Además, si este último satisface todos los axiomas de la teoría abstracta, entonces satisfará también todos sus teoremas. Por ejemplo, el retículo booleano es una teoría abstracta, entonces sus modelos son: a) el álgebra elemental de las partes de un conjunto; b) el cálculo proposicional; c) el álgebra de sucesos y su espacio probabilístico asociado; d) el álgebra de circuitos de conmutación (Agazzi: 1986, 138-140; De Lorenzo: 1980, 29).

Conviene destacar que la *visión semántica* retuvo influencias de las corrientes precedentes. De la *concepción heredada* conservó: la precisión, la claridad conceptual y la confianza en los procedimientos formales para analizar y usar las teorías científicas. De Kuhn y los *historicistas* aceptó: que la ciencia es el resultado de una práctica comunitaria; la noción de paradigma; que las teorías necesitan leyes, aplicaciones y casos ejemplares; que las teorías son entidades complejas y

evolutivas, con un nivel teórico y otro empírico, que poseen un núcleo inmutable y un entorno complementario cambiante (Díez y Lorenzano: 2002, 55-58).

Kuhn sostenía que la ciencia provenía de las prácticas de científicos y profesionales que forman una comunidad académico disciplinar determinada. Estas personas se forman compartiendo manuales universitarios y obras especializadas, definen los problemas, las pautas de acción y el modo de razonar en la actividad, y trasmiten los métodos de trabajo e investigación comprobados a las generaciones siguientes (Kuhn: 2004, 37-39). Las ideas sobre las prácticas educativas y de actuación que homogenizan a los miembros de cada comunidad disciplinar tuvieron una influencia considerable sobre la *visión semántica*.

Es pertinente señalar que P. Suppes aplicó la *teoría de conjuntos* y la *teoría de modelos* de Tarski a las teorías empíricas para superar las dificultades de axiomatización que tuvo la *visión enunciativa*. Con este nuevo punto de vista, cada teoría empírica está formada por el conjunto de sus modelos y estos son independientes del lenguaje usado para expresarlos. Naturalmente, este autor axiomatizó teorías empíricas expresadas matemáticamente, como la mecánica newtoniana (Suppes: 1960, 3-4; 1979, 356-357). Lo mismos hicieron sus seguidores, sin embargo los modelos se mantenían dentro del ámbito formal.

E. Adams advirtió que si los modelos de una teoría sólo son estructuras matemáticas concretas, entonces no son ni verdaderos ni falsos, porque no interviene la correspondencia con la realidad. Por ese motivo cada modelo de una teoría empírica, además de satisfacer los axiomas, debía describir un escorzo de realidad y tener

aplicaciones. Luego, a los modelos que cumplían con esas condiciones los llamó '*modelos pretendidos*' o '*aplicaciones intencionales*', entre otras denominaciones. Con esta salvedad, Adams vinculó el enfoque de las *instancias* con el *representacional*, que entiende por '*modelo*' a una descripción simplificada de la idea de quién estudia cierta porción de realidad. De ese modo, su propuesta satisfizo ambos enfoques a la vez.

Con el ajuste indicado, las entidades que satisfacen los axiomas de una teoría son los *modelos* (*M*), esto es el conjunto de formas potenciales de expresión de la teoría. Pero si la teoría es empírica, tiene *modelos pretendidos* (*I*), un subconjunto de (*M*), que son representaciones de parcelas de realidad. Naturalmente, si el subconjunto (*I*) es vacío, se trata de una teoría formal (Díez: 1997, 60-64; Díez y Moulines: 1997, 337-341; Balzer: 1997, 279).

Tal como se indicó, la *visión semántica* influida por Kuhn desarrolló su concepto de teoría relacionándola con sus aplicaciones y casos ejemplares, enfatizando la ciencia normal y la comunidad científica, que resuelve los problemas dentro de un paradigma. Los lenguajes del ámbito son comunes para todos los miembros de la comunidad académico-científica. Estos últimos se forman compartiendo manuales universitarios, pautas de acción, métodos de trabajo y modos de razonar en el ámbito.

6.0 Resolución de problemas

En sentido amplio, *resolver un problema* es determinar la información que satisface una duda, una dificultad o un procedimiento. Por lo general, los sujetos de las comunidades científicas usan modelos para *resolver problemas* cuya solución predice o explica un hecho que

se expresa en una afirmación. El fundamento de esta última se relaciona con la resolución del problema, cuya valoración responde a criterios variados referidos a: i) el campo de conocimiento implicado; ii) los razonamientos requeridos para resolver; iii) el procedimiento seguido para su resolución; iv) el número de soluciones posibles; y v) la objetividad de la resolución (Perales: 2000, 17).

Los problemas descritos en este trabajo corresponden a los ámbitos de la ingeniería. Con referencia a los otros criterios puestos en juego, se usan cálculos analíticos que siguen algoritmos, cuyas soluciones generalmente son unívocas y, tanto el objetivo como las estrategias de resolución las dispone el resolvente del problema. Si bien esos criterios son predominantes, también se aplican otros que no se tratan aquí.

Los manuales universitarios de mecánica, electromagnetismo, óptica, termodinámica, por nombrar algunos, además de las explicaciones teóricas, traen abundantes modelos como aplicaciones en forma de ejercicios y problemas, tal como observó Kuhn, por ejemplo *tiro oblicuo*, *descarga de un capacitor* o *enfriamiento de objetos*. Se puede observar que los mismos son problemas matemáticos interpretados, porque las experiencias de laboratorio de esas disciplinas suelen tener textos adicionales que precisan los aspectos empíricos de esas actividades.

Cabe agregar que para *resolver problemas matemáticos* existe una estructura organizativa de la información que tienen las siguientes categorías: *incógnitas*, *datos*, *condiciones*, *solución* y *verificación* (Polya: 1986, 17-19). La *solución* del problema es el resultado de un proceso deductivo en lenguaje matemático, que determina las *incógnitas*, partiendo de los *datos*. Las *condiciones* del problema funcionan como una *regla de paso* que

relaciona los *datos* con las *incógnitas*, para elucidar el valor que éstas tienen. Mientras que la *verificación* suele ser, o una revisión del proceso deductivo aplicado o la implementación de algún atajo que conduce al mismo resultado usando alguna *condición* redundante no utilizada, cuando la tiene. Un vez que ha finalizado esta etapa, la *solución* se expresa en un enunciado solución (e_s) que representa el esclarecimiento de las *incógnitas*.

La estructura señalada no cambia si el problema contiene modelos pertenecientes a una o más teorías empíricas, de las ya indicadas. En ese caso, el modelo contiene al menos una ley de la teoría expresada por una función y el enunciado solución (e_s) representa un hecho subsumido por la ley. Por cierto, el proceso descrito es compatible con el *fundamento* de una tesis de una ciencia popperiana hipotética y con una explicación científica, como el modelo de leyes de cobertura conocido también como 'modelo nomológico-deductivo' (Hempel: 1996: 176-178).

7.0 Fundamento de una afirmación o tesis

Fundamentar consiste en proporcionar las razones que sirven de soporte o base para una idea destacada, para que ésta deje de ser una simple opinión. Luego el *fundamento* está compuesto por el conjunto de causas, pruebas o razones que sostienen y apoyan aquello que afirma la idea central expresada en uno o más enunciados llamados 'tesis'. A propósito, las propuestas y las afirmaciones necesitan un fundamento, en cambio el conocimiento específico no lo requiere.

En tal sentido, el fundamento de una tesis puede ser teórico, práctico, técnico, incluso estético y está expresado en un lenguaje claro, consistente y preciso, que es compartido por el grupo de personas donde se

expone la fundamentación. En el caso aquí tratado es la comunidad académico científica vinculada a la disciplina que usa ciertas teorías y modelos ya señaladas.

El intento por fundamentar consiste en tratar de garantizar la verdad o la verosimilitud del enunciado o el conjunto de ellos que constituyen la tesis. El fundamento de cualquier tesis siempre tiene dos partes: a) una base formada por un conjunto de enunciados sobre fenómenos o de descripciones, otro de hipótesis u otros enunciados, o de ambas cosas; y b) una *regla de paso*', por lo general compleja, que permite sustentar la tesis sobre la base señalada (Roetti: 2014, 144-145).

8.0 Explicación científica por leyes de cobertura

Explicar es hacer comprensible algo, de modo que dar la explicación de un fenómeno, por ejemplo, es mostrar cómo o por qué sucedió. Por lo general, cualquier cosa se puede explicar: un concepto, una regla, el significado de una palabra, la razón del movimiento de una pieza de ajedrez o el contenido de una novela. La ocurrencia de un fenómeno puede tener muchas causas, pero elegir unas pocas de ellas, para dar la explicación más apropiada, suele depender de consideraciones contextuales.

Cabe decir que las explicaciones relativas al *porqué* de un fenómeno a veces pueden contrastar con las que se refieren a *cómo* sucedió el mismo, que con frecuencia describe un proceso causal de ocurrencia. Cuando ese es el caso, el *modelo de leyes de cobertura* explica un suceso cubriéndolo con una ley. Cuando la ley es determinista, la explicación puede expresarse como una deducción. En ésta, el hecho a explicar se deriva lógicamente de esa ley y un conjunto de enunciados que describen las condiciones empíricas vigentes. Las

explicaciones de este tipo se denominan '*nomológico-deductivas*'. En oposición a ellas están las explicaciones por leyes probabilistas o estadísticas, que generan enunciados de probabilidad estadística de carácter inductivo de fenómenos singulares o aislados y, por ello son objeto de controversias. Los mismos tienen la forma '*La probabilidad de que un caso de P sea un caso de Q es r*', pero no se tratan aquí (Kim: 2004, 341-342; Hempel: 1996, 179-180).

La explicación científica fue propuesta por Aristóteles, quién sugirió que la ciencia parte del conocimiento del *qué* para descubrir *porqué* en términos de silogismos, por medio de argumentos deductivos cuyas premisas son verdaderas o verosímiles y se trasmiten a los consecuentes. Mientras que la formulación moderna de explicación es el modelo *nomológico-deductivo* de Hempel y Oppenheim que responde a la pregunta '¿Por qué ocurrió el *hecho a explicar*?'.

La respuesta, es decir '*aquello que explica*' debe satisfacer ciertas condiciones lógicas y empíricas adecuadas: 1) el *hecho a explicar* (hecho particular o una ley de uniformidad) debe ser una consecuencia lógica de *aquello que explica*; 2) *aquello que explica* debe contener una o más *leyes generales* y *condiciones empíricas actuales* verdaderas, en cambio la explicación es potencial, cuando se omite la verdad; 3) el *hecho a explicar*; debe tener contenido empírico comprobable por experimento u observación. Si la ley de cobertura es determinista, entonces la explicación también lo es, ya que describe las condiciones que produjeron el hecho (Hempel: 1996, 178-179; Niiniluoto; 2004, 681-682; Roetti: 2014, 154- 155).

9.0 Procesos transformables

De acuerdo con lo recién expresado, la *resolución de un problema*, la f*undamentación de una tesis* y la *explicación* de un hecho tienen funciones comunicativas distintas, sin embargo son procesos que se pueden transformar mutuamente, porque comparten información homologable. Naturalmente, esa condición se cumple cuando existen relaciones de inclusión entre los siguientes triplos de datos: a) incógnitas, tesis y hecho; b) datos, enunciados de fenómenos y condiciones particulares; y c) condiciones del problema, hipótesis y leyes generales. Estas últimas tres operan como una *regla de paso* generalizada.

Tabla: procesos sobre información homóloga

Resolver un problema	Fundamentar una tesis	Explicar un hecho o argumentar sobre su ocurrencia
incógnitas	tesis	hecho
datos	enunciados de fenómenos	condiciones particulares
condiciones del problema	hipótesis	leyes generales

Fuente: elaboración propia

Para ilustrar lo dicho, sea el ejemplo del modelo de ‘tiro oblicuo’, que permite determinar la trayectoria parabólica de los proyectiles a partir de la composición de dos movimientos teóricos, que se suponen independientes

entre sí. El mismo fue resuelto por primera vez por Galileo. La *incógnita* es la distancia d_{AB} entre la posiciones del cañón (*A*) y del blanco (*B*). Los *datos* son el ángulo de inclinación del cañón (α) y la velocidad inicial de salida del proyectil (v_i). La *condición* que regula el problema es la siguiente proposición: *un proyectil que se desplaza con un movimiento compuesto por un movimiento horizontal y uniforme y por un movimiento descendente naturalmente acelerado, describe una línea semi-parabólica*.

En los manuales universitarios, la distancia d_{AB} que resuelve el problema, se encuentra con los elementos presentados y una deducción matemática. Este problema responde a una estructura de *modus ponens*, en la que el antecedente son los *datos* y las *condiciones*, y el consecuente la *incógnita.* En la etapa de verificación, todos los elementos intervinientes están determinados y es posible dar el fundamento de este o transformarlo en una explicación usando la información homóloga que exhibe la tabla anterior.

Cabe observar que la regla de paso es sólo un enunciado en el caso presentado, el del *movimiento compuesto*, sin embargo en otro tipo de problemas, podría ser más compleja y estar compuesta por más de un enunciado (Roetti: 2014, 144). Eso surge, por ejemplo, cuando interviene más de una teoría, como es el caso de las roturas de cañerías de agua por congelamiento. En la tabla de procesos sobre la misma información se puede ver con nitidez que la regla de paso se relaciona con: a) las condiciones que vinculan datos con incógnitas en un problema, b) con las hipótesis en una fundamentación, y c) con las leyes generales en una explicación científica. Naturalmente, según sea el proceso que se sigue, las incógnitas, la

tesis o el hecho a explicar, deben estar perfectamente determinados.

Conviene destacar que las transformaciones de la tabla pueden parecer triviales en el ejemplo dado y cuando la distancia está bien resuelta. Sin embargo, no es así cuando surge una discrepancia en el resultado. Dado que estos problemas tipo llevan siglos de corroboración y los estudios se realizan en las condiciones que Kuhn llamó ‘ciencia normal’, la discrepancia no significa la refutación del modelo. Por el contrario, debiera conducir a la búsqueda de algún enunciado o hipótesis implícita que operaba como entimema y que no se respetó. Por cierto, la destreza en ubicar la misma hace a la experticia de los buenos profesores.

Hechas esas consideraciones, cuando los resultados son erróneos, la clave del error de un problema, un fundamento o una explicación está en uno o más enunciados implícitos, y estos pueden ser *sintácticos* o *semánticos.* Por cierto, los errores *sintácticos* suelen ser de principiantes y pueden encontrarse en las fórmulas matemáticas, en las conversiones entre múltiplos y submúltiplos de las magnitudes involucradas, en la aplicación de la consistencia del sistema de unidades, métrico o británico, que aseguran la coherencia dimensional de las fórmulas. En cambio los errores *semánticos*, suelen presentarse en alumnos más avanzados, que han pasado a la etapa de experimentación y verificación teórica en los laboratorios. Los mismos pueden provenir de un desconocimiento del modelo o del proceso de captura de datos de una experiencia. En efecto, en los modelos se suelen introducir *hipótesis simplificadoras* con la finalidad de enfatizar ciertos observables en detrimento de otros, como es el caso de las ocurrencias en el vacío

que propuso Galileo, para simplificar la caída de los “graves” o la eliminación del viento que puede desviar un tiro parabólico.

En ambas situaciones existen grados de complejidad creciente. Si se considera el primero, hoy se sabe que la caída de un cuerpo puede darse en el vacío o en un medio como el agua o el aire, que tiene cierta viscosidad. Este último caso era difícil de expresar matemáticamente, en tiempos de Galileo. Pero, después de la formulación de la *ley de caída en medios viscosos*, se supo que en esas condiciones los cuerpos alcanzan una velocidad límite. Por consiguiente, para una distancia no demasiado extensa, dos piedras de tamaños distintos que caen en el aire o en el vacío llegan al mismo tiempo.

En cambio, no ocurre lo mismo con la caída de una pluma de halcón y un martillo, en la tierra o en el vacío de la luna, por recordar la famosa experiencia de David Scott, el comandante de la misión Apolo 15. En efecto, por un lado, la caída del martillo es asimilable a la caída de las piedras, porque su comportamiento es un modelo *lineal* de caída de un cuerpo de alta densidad en un medio de poca viscosidad y no difiere de la caída en el vacío. En cambio, cuando una pluma de halcón que cae en el vacío la describe el mismo modelo lineal; mientras que si cae en el aire para su descripción hay que utilizar un modelo *no lineal* o *caótico*.

10.0 Hipótesis simplificadoras

El ejemplo presentado advierte sobre el rol que desempeñan las hipótesis simplificadoras y cómo éstas responden al propósito buscado por el creador de una teoría o de un usuario de ella. De hecho, un sistema real tiene muchas cualidades susceptibles de ser

observadas. Pero, para representarlo sólo se consignan las más relevantes y se soslayan las de pequeña incidencia. Luego, se realizan predicciones usando esa representación del sistema, que se contrastan con la realidad por medio de experiencias controladas. Si la aproximación entre ambos valores es la admisible, el modelo queda validado.

En cambio, si las simplificaciones introducidas generaran dificultades se suelen introducir coeficientes numéricos llamados '*factores de seguridad*'. Estos últimos son valores de ajuste que compensan las propiedades inciertas y de poca incidencia que afectan al modelo, ampliando así el campo de aplicaciones y su validez. Por ejemplo, en el ámbito del diseño mecánico, el *factor de diseño* relaciona el esfuerzo al que se somete una pieza con la resistencia que la misma ofrece (Shigley y Mischke: 1990, 14-15).

En ciertos casos, las hipótesis simplificadoras pueden llegar a ocupar un rol central en el proceso de modelización. Por otra parte y, dado que los modelos se refieren sólo a ámbitos específicos de la realidad, se presentan algunos ejemplos que definen relaciones necesarias que idealizan materiales para formalizarlos con ecuaciones (Fliess: 1974, 272). A continuación se presentan algunas hipótesis simplificadoras usadas para modelizar el comportamiento mecánico de una estructura, pero no se consignan las ecuaciones que describen el comportamiento de los materiales así idealizados, porque éstas exceden el propósito de este trabajo:

El material es homogéneo: las propiedades de todo el material son continuas.

El material es isótropo: prevalece el comportamiento macroscópico del sólido frente al microscópico.

El material se considera dentro del periodo elástico: para establecer una dependencia lineal entre las tensiones y deformaciones específicas (ley de Hooke). Se invalida si aparecen deformaciones permanentes.

En flexión pura, las secciones planas normales al eje de la pieza antes de la deformación se mantienen planas luego de la deformación y puede considerarse que giran en torno al eje perteneciente a la sección llamado eje neutro. Esta hipótesis fue desarrollada por Navier y Bernouilli y relaciona tensiones con deformaciones en el material.

La aplicación de las cargas se hace muy lentamente: simplificación que asimila el estado de reposo con una baja velocidad, despreciando fuerzas inerciales.

En la estructura no se consideran las pérdidas de energía por rozamiento.

Las hipótesis presentadas simplifican el comportamiento de los materiales, introduciendo la ficción de que el material real se va a comportar *como si* fuera lo referido por esas descripciones breves y sencillas. Estas últimas, antes que conocer la realidad en forma minuciosa responden al propósito práctico de controlarla (Büttemeyer: 1982, 455-456). Por ese motivo abundan en los manuales universitarios de ingeniería orientados trasformar el medio ambiente, calculando y desarrollando estructuras.

Ese tipo de hipótesis sobre los materiales avala la posición de Roetti (2014, 275) de que ciertos aspectos fenoménicos de la física están insuficientemente fundados. Esto ocurre porque la descripción de esos fenómenos responde a modelos hipotéticos sobre su

estructura física, en la que muchos de los términos son teóricos y no empíricos, más aún, esos casos son comprensibles únicamente por medio de mediaciones teóricas complejas o por expresiones formales. Por ese motivo este autor argumenta que el conocimiento físico es por una parte, creencia racional en muchos casos bien corroborada, pero por otra, introduce muchas condiciones que no son empíricas, como las presentadas en la idealización de los materiales. Este último hecho introduce distancia de la idea kantiana de la física como ciencia perfectamente fundada, por construcción sintética *a priori* en las formas de la intuición sensible.

A propósito de los errores *semánticos*, se dijo que podían provenir de un desconocimiento del modelo o del proceso de captura de datos de una experiencia. La primera causa, se puede generar en el desconocimiento de las hipótesis simplificadoras. Sin embargo, aun conociéndolas surge otro problema, que consiste en interpretar el sentido de las afirmaciones, por ejemplo en *flexión pura,* que significa exactamente que las *secciones planas* se mantienen *planas* antes y después de la deformación. Si existe alguna deformación, cuál es el parámetro para seguir considerando plana una superficie que se deformó. Ese es un tipo de conocimiento que todavía se trasmite con el esquema de ‘maestro-aprendiz’.

11.0 Otras hipótesis implícitas

Otra fuente de hipótesis implícitas se presenta con el uso de instrumentos de observación o de medición, deben tener *validez* y *confiabilidad*. La primera está regulada por el propósito, mientras que la segunda asegura que el procedimiento está bien aplicado (Marone y Cuadrado: 1971, 3-7). En particular, la

medición forma un sistema integrado por: a) lo que se mide o *mensurando*, b) lo que mide o *instrumento*, c) el que mide u *operador*, y d) ciertas variables que provienen del ambiente. Las tres primeras son obligatorias, mientras que la inclusión de las otras depende de la precisión requerida, por ejemplo, el empuje del aire es significativo con objetos de poca masa, pero no lo es con el acero.

La *medición* vincula las teorías empíricas con la realidad y sus fundamentos están en la *metrología*. Se denomina 'referencia' a una unidad de medida, un procedimiento de medición, un material de referencia o una combinación de ellos. En cambio, la acción de *medir* consiste en comparar el *mensurando* con una cantidad de referencia de la misma clase adoptada como unidad. (Sanchez Perz y Carro: 2000, 16-20; VIM: 2012, 15).

En el *sistema de medición* se generan hipótesis implícitas que influyen en la *veracidad* de la medida. El *mensurando* debe estar bien determinado y por lo general se genera en un modelo. El *instrumento* debe estar calibrado con patrones o materiales de referencia y además, tener una *trazabilidad* que lo relacione con patrones de referencia a través de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones que registra la *incertidumbre* de medición. La calibración debe repetirse periódicamente para mantener esa condición en el tiempo (VIM: 2012, 38). El *operador* debe dominar la técnica de medición y prever cuando incluir las variables ambientales. En síntesis, al *medir* se obtiene un número llamado '*medida*', que resulta de un proceso que contiene hipótesis implícitas, que pueden afectar la resolución de un problema, la fundamentación del mismo o su explicación. En síntesis, la cantidad de supuestos que implican las hipótesis implícitas tiende a

corroborar la tesis de Karl Popper (1995, 30) de que el conocimiento se desarrolla por medio de *conjeturas* y *refutaciones.*

A propósito de lo expresado y para concluir, existen ciertos modelos de aplicación profesional que están institucionalizados por normas o reglamentos del estado que imponen a la comunidad profesional la manera de obtener los datos y de proceder con ellos. A continuación se presenta el caso real del edificio 'La Micela' (Colón 430) construido en la ciudad de Mendoza, en la década de 1970. El mismo fue calculado siguiendo el reglamento vigente en ese momento, que no contemplaba ningún estudio de suelos, aspecto que introducía la hipótesis simplificadora e implícita de que el terreno de fundación era homogéneo.

La premisa del cálculo fue exitosa hasta 1985. En ese año un sismo provocó un asentamiento del terreno debido a un socavón en la profundidad del suelo, la fundación del edificio cedió y éste se inclinó hacia el este. Luego, con obras de ingeniería se pudo recuperar. Como se puede apreciar, la estabilidad en el tiempo que prometían esos cálculos, cambió de exitosa a desafortunada, al verificarse falsa la hipótesis de homogeneidad del terreno. El hecho indicado provocó la modificación del reglamento de construcciones antisísmicas de Mendoza. A partir de su aprobación, entre otros cambios se comenzó a exigir el estudio de suelos en el lugar donde se emplazaría una construcción.

Cuando se incurre en errores *sintácticos* o *semánticos* en la *resolución de problemas*, como los señalados, se producen cambios en la comprensión del resolvente. En ese sentido Popper (1995, 73-81) sostiene que la aparición de errores en el nivel científico activa procesos

de detección y eliminación de errores. Se trata de un proceso recursivo que actúa sobre la comprensión del sujeto y facilita el desarrollo de su conocimiento. El mismo puede ser explicado aplicando con un patrón autónomo universal estructural (PAU) de la lógica transcursiva que explicita las relaciones que se establecen al resolver un problema usando modelos, explicar la ocurrencia de un hecho, fundamentar un enunciado y el proceso de comprensión que los vincula (Salatino, Cf. capítulo 1)

Resolver un problema usando modelos consiste en ejecutar procedimientos matemáticos orientados a identificar funciones y determinar sus propiedades, para generar una afirmación que elucida una o varias incógnitas. En cambio, fundamentar un enunciado implica actividades conceptuales y actitudinales, relacionadas con la comprensión de fenómenos naturales o no y la evaluación de afirmaciones como verdaderas, falsas o probables. Ambas acciones son opuestas y complementarias y el vínculo entre ellas es la argumentación que permite explicar el sentido profundo del enunciado generado por los procedimientos matemáticos, que son sintácticos.

Si se parte del problema (10) que es la necesidad para resolver por el agente, basada en conceptos empíricos, la explicación científica (11), que implica una organización de la información, se alcanza mediante el fundamento (01) que aportan los conceptos teóricos. En este último se controla la resolución expresada en la afirmación aportada por la hipótesis. De esta forma, utilizamos un modelo para resolver un problema. Esta tarea la realizan docentes en el caso de los alumnos y, otros colegas en el caso de los profesionales. Cuando el problema (10) está bien resuelto, queda fundamentado

por la interpretación correcta del mismo (01) y se cierra el ciclo. Pero, cuando hay errores, se debe apelar a la teoría, para que, actuando sobre la comprensión de un mejor argumento, se aporten nuevas definiciones teóricas que reorganicen la resolución repitiendo el ciclo con las correcciones introducidas, hasta que el funcionamiento del modelo fundamente adecuadamente una explicación científica de los hechos analizados, es decir, solucione el problema.

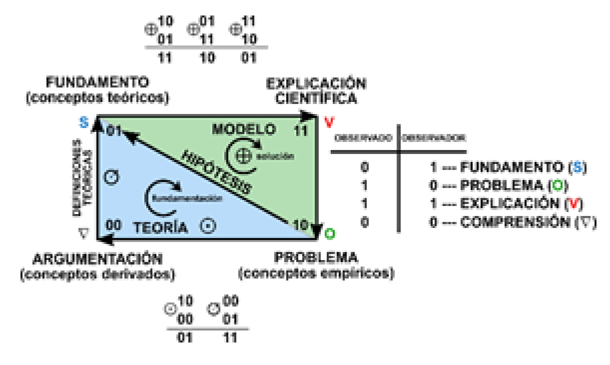


Figura 2 PAU DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En la figura anterior podemos apreciar la dinámica del sistema utilizado por la lógica transcursiva para resolver y fundamentar un problema. Se basa en un PAU *hemicíclico exógeno* (Salatino, Cf. capítulo 1). Esto es, el sistema cicla en la superficie (en la apariencia – funcionamiento del modelo – triángulo verde) hasta que se necesiten “correcciones”. A partir de aquí, el ciclo se amplía para incluir el nivel profundo (fundamentación teórica – triángulo azul). Las operaciones lógicas representadas en la figura, nos dicen cómo fluye la información. En el caso del “modelo” circula en el sentido de las agujas del reloj, algo que podemos emular

operando con los códigos binarios que surgen de la tabla adjunta, y aplicando ⊕ (XOR). Mientras que en el caso de la "teoría", que circula en el mismo sentido, lo podemos hacer mediante dos operadores lógicos distintos. El primer tramo (problema → comprensión), a través de ⊙ (XNOR o equivalencia). Por su parte, el segundo tramo (comprensión → fundamentación), mediante ⊙̸ (XENIA, operación compuesta y por columnas, ⊙⊕).

Todas estas operaciones tienen un correlato directo con los lenguajes que utilizan, tanto la ciencia (que ya fueron descritos) como nuestra psiquis. Salatino expresó esta correspondencia de la siguiente manera:

> "*Observo para aprender, describo para explicar, relato para entender. Luego, si me expreso es porque conozco, si uso el discurso (en cualquier modalidad) es porque interpreto, y si narro es porque comprendo. Cuando observo desde el lenguaje natural* [biológico]*, sé; cuando relato desde el lenguaje universal* [psíquico]*, intuyo; cuando describo desde el lenguaje convencional* [social]*, colijo, esto es, infiero, deduzco, concluyo, conjeturo, o argumento*." (Salatino, 2013, p. 198)

12.0 Discusión y Conclusiones

Las ciencias de la ingeniería usan la matemática complementada con la lengua convencional, vinculadas como *lenguaje objeto* y *metalenguaje*. Esta relación, propuesta por Tarski, permite expresar los fenómenos con fórmulas y a su vez, explicar el significado de estas últimas. Este hecho promovió el desarrollo de vocabularios y lenguajes disciplinares que proveen una lengua común a los miembros de ésta comunidad académica.

Considerar las teorías científicas como lenguajes especializados y sus modelos como objetos semióticos mejora la eficacia de los actos comunicativos académico-científicos.

En ingeniería, las teorías empíricas formalizadas tienen abundantes aplicaciones, que son problemas matemáticos interpretados cuya solución es una afirmación que se puede fundamentar y también explicar. Se trata de problemas en condiciones de ciencia normal con siglos de corroboración cuyas hipótesis implícitas se dan por sobreentendidas, actuando como entimemas.

Los errores más frecuentes son sintácticos y están en fórmulas, conversiones entre magnitudes, o en la coherencia dimensional de las fórmulas. Los errores semánticos provienen del proceso de captura de datos que requiere el modelo y pueden estar: en la definición del mensurando, en la calibración del instrumento, en la experiencia del operador del aparato o en las variables ambientales consideradas.

Es necesario asegurar los procedimientos periódicos de calibración del instrumental tecnológico de alta complejidad, como analizadores bioquímicos,

tomógrafos, ecógrafos entre otros, para que estos mantengan su validez y confiabilidad.

Los errores en hipótesis semánticas implícitas provienen de: una evaluación inexperta del comportamiento de ciertas hipótesis simplificadoras, de una asignación errada del énfasis de ciertos observables en detrimento de otros o, de una concepción errónea del modelo.

Se propone que cada modelo tiene una verdad compleja, como criterio regulador con las tres dimensiones semióticas, por coherencia, por correspondencia y por su utilidad, pero jerarquizadas. El nivel principal es el del propósito, porque impone las condiciones de validez y, por ese motivo, regula los otros niveles con el criterio de *verdad pragmática*.

El nivel *semántico*, regulado por la *verdad por correspondencia*, asegura que el modelo represente el fenómeno en forma adecuada para el propósito buscado. El nivel *sintáctico*, el más interno, está regulado por la *verdad por coherencia* y asegura que las funciones matemáticas corresponden a la teoría elegida y que las fórmulas usadas son correctas.

En la modelización, las hipótesis simplificadoras se orientan a controlar y transformar la realidad, antes que a conocerla y, por ese motivo abundan en los manuales de ingeniería, que tiene ese propósito.

Resolver un problema en Ingeniería es determinar cierta información usando: modelos y cálculos algorítmicos con soluciones unívocas, donde los objetivos y estrategias los dispone el resolvente. Por lo general la estructura de la información se organiza en: *incógnitas*, *datos*, *condiciones*, *solución* y *verificación*.

Resolver un problema, *fundamentar una tesis* de una ciencia popperiana hipotética y *explicar científicamente*

un hecho de modo nomológico-deductivo, son procesos que tienen funciones diferentes, sin embargo comparten información homóloga, circunstancia que los hace mutuamente transformables, cuando se cumplen ciertas condiciones.

En los procesos de *resolver*, *fundamentar* y *explicar* hay una condición que opera a modo de *regla de paso* general que permite la evolución interna de cada uno de ellos hacia su designio. Pero hay que considerar las hipótesis implícitas, porque éstas pueden afectar la garantía de verdad de la incógnita elucidada, el fundamento de la tesis o la explicación proporcionada.

La transformación recíproca de *resolver un problema* usando un modelo, *explicar científicamente* un hecho o *fundamentar una tesis* tiene una aplicación importante en la mejora de las posibilidades expresivas de manuales universitarios, memorias de cálculo, peritajes y otras descripciones científicas.

De todos esos géneros académico-científicos, es posible que los peritajes sean los que más usan la transformación recíproca de los tres procesos, ya que en un único acto se integran las tres funciones comunicativas.

Referencias

Agazzi, Evandro (1996). *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*. Madrid: Tecnos

Agazzi, Evandro (1986). *La Lógica Simbólica.* 4ta. Ed. Barcelona, Herder.

Agazzi Evandro (1978). *Temas y problemas de filosofía de la física.* Barcelona: Herder.

Burks, Arthur W. (2004) "Teoría de la computación". En Audi, Robert. *Diccionario Akal de Filosofía*. Madrid: Akal p. 953

Büttemeyer, Wilhelm. (1982). "*Lettere di Giovanni Marchesini ad Hans Vaihinger*" (455-465). En Rivista critica di storia della filosofia, N°4, a. Firenze: La Nuova Italia

Comité Conjunto para las Guías en Metrología (JCGM). (2012).*Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados* (VIM). 3ª ed. Centro Español de Metrología.

Díez Calzada, José A. (1997). "*La concepción semántica de las teorías científicas*" (41-91). En Éndoxa: Series Filosóficas, N° 8. Madrid: UNED

Díez Calzada, José A.; Moulines, C. Ulises. (1997). *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia. Barcelona*: Ariel.

Díez Calzada, José A.; Lorenzano, Pablo. (2002). *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista. Problemas y discusiones*. Bernal (Buenos Aires): Universidad Nacional de Quilmes.

Fliess, Enrique. (1974). *Estabilidad. Segundo Curso*. Buenos Aires: Kapeluz.

García Llama, Eduardo. (2016). "*La pluma y el martillo del Apolo 15: un homenaje a Galileo*". En http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/apuntesnasa/2016/

08/05/la-pluma-y-el-martillo-del-apolo-15-un.html (consulta 27/08/2018)

Hempel, Carl. (1996). *La explicación científica*. Estudios sobre la Filosofía de la Ciencia. Barcelona: Paidós.

Kim, Jaegwon (2004) "*Explicación*" (341-342). En Audi, Robert ed. Diccionario Akal de Filosofía. Madrid: Akal

Kuhn, Thomas (2004). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Marone, Víctor J., Cuadrado Lorenzo S. (1971). *Evaluación de los conocimientos de Física mediante pruebas objetivas*. Mendoza: Universidad Tecnológica Nacional.

Mosterín Jesús y Roberto Torretti. (2002). *Diccionario de Lógica y Filosofía de la Ciencia.* Madrid: Alianza.

Mosterín Jesús. (1984)*. Conceptos y teorías en la ciencia.* Madrid: Alianza.

Morris, Charles. (1994). *Fundamentos de la teoría de los signos*. Barcelona: Paidós

Moulines, Carlos Ulises. (1982). *Exploraciones Metacientíficas*. Madrid: Alianza.

Niiniluoto, Ilkka. (2004) "*Modelo de leyes de cobertura*" (681-682). En Audi, Robert ed. Diccionario Akal de Filosofía. Madrid: Akal

Perales, Francisco Javier. (2000). *Resolución de Problemas*. Madrid: Síntesis.

Polya, George. (1986). *Cómo plantear y resolver problemas*. México D.F.: Trillas

Popper, Karl. (1995) *Popper. Escritos Selectos*. Miller, David cp. México D.F.: Fondo de Cultura Económica

Popper, Karl (1982). *Conocimiento Objetivo.* Madrid: Tecnos.

Roetti, Jorge Alfredo. (2014). *Cuestiones de fundamento*. 1ª ed. Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires.

Salatino, Dante R. (2013). *Psiquis. Estructura y Función*. Mendoza, Argentina, 1ra. Autoedición. ISBN: 978-987-33-3808-3.

Salatino, Dante R. (2017). *Lógica Transcursiva como método*. En Creatividad, investigación y lógica transcursiva. Salatino, D. R.; Cuadrado, G. A.; Gómez, L. E. (Editores), pp. 21-39. 1a ed. compendiada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza.

Sanchez Perz, A. M. y Carro, J. (2000) "*Consideraciones sobre los errores de medida*" en Novamáquina, Vol. 62,

Shigley Joseph y Mischke Charles (1990). *Diseño en ingeniería mecánica*; México D.F.: Tierra Firme.

Suppes, Patrick. (1960). *A Comparison of the Meaning and uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences*. Technical Report N° 33, August 25, 1960. Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences Applied Mathematics and Statistics Laboratories. Stanford: Stanford University.

Suppes, Patrick. (1979). *Introducción a la Lógica Simbólica.* México: Compañía Editorial Continental.

Tarski, Alfred. (1944). *La concepción Semántica de la verdad y los fundamentos de la semántica*. (Trad. Paloma García Abad) En *A parte rei* disponible en http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/tarski.pd (Consulta 04/03/2004)

4. UN MODELO DE INVESTIGACIÓN

Visto desde la Lógica Transcursiva

Ricardo Césari[26], Matilde Césari[27]

Resumen. Una teoría puede definirse como un conjunto sistemático de relaciones que ofrecen una explicación exhaustiva y consistente de un fenómeno. Los modelos de Investigación a menudo se usan, para probar y apoyar o rechazar supuestos teóricos con datos empíricos. Por lo tanto, es esencial tener una sólida comprensión de la estructura teórica, para interpretar los diferentes componentes de un modelo de investigación. En este trabajo, se muestran los criterios del patrón relacional formado por los aspectos fundamentales que caracterizan una teoría o sistema de conceptos, analizado desde la Lógica Transcursiva (LT), según los juicios de, Hempel que contiene los aspectos dependientes del observador (conceptos teóricos); los que dependen del fenómeno observado (conceptos empíricos); las leyes de correspondencia, que relacionan directamente los dos anteriores y por último, los aspectos que relacionan lo teórico y lo empírico de una manera indirecta y no observable (los conceptos derivados); que también están definidos por las relaciones en la dinámica operativa del sistema, o Patrón relacional PAU hemicíclico de la Lógica Transcursiva, presentada por Dante Salatino. Luego, se plantea el modelo de investigación en el que se especifican las presenta, cuyo objetivo es analizar y comprobar, mediante datos obtenidos experimentalmente, las ecuaciones que se hipotetizan en determinados conjuntos de variables observadas y definen o configuran constructos o variables latentes no observadas directamente. Esto se establece con el Diagrama Path Model y la matriz de datos observada. El

---

[26] CeReCon, FRM, UTN
[27] CeReCon, FRM, UTN

modelado de las trayectorias se realiza aplicando los mínimos cuadrados parciales (PLS-PM), que es un enfoque estadístico para modelar relaciones multivariables complejas entre variables observadas y latentes. En este enfoque se muestra cómo la tradición basada en datos del análisis experimental puede fusionarse de alguna manera en la tradición basada en la teoría, con el modelado de ecuaciones estructurales, para permitir ejecutar el análisis y la verificación de hipótesis.

Palabras claves: teoría investigación, lógica transcursiva, PLS Path Model

1. Introducción

1.1 Modelo relacional de Bagozzi & Philipps

Según Bagozzi & Philipps (1982), y en el texto de Haenlein & Kaplan (2004),

”Una teoría puede contener tres diferentes tipos de conceptos: (a) conceptos teóricos puros, que "son propiedades o atributos abstractos e inobservables de una unidad social de la entidad"; (b) conceptos empíricos que "se refieren a propiedades o relaciones cuya presencia o ausencia en un caso dado puede ser comprobados ínter subjetivamente, en circunstancias adecuadas y mediante observaciones directas; (c) conceptos derivados, que son no observables (como los conceptos teóricos), pero "a diferencia de los conceptos teóricos puros, deben vincularse directamente a los conceptos empíricos ".

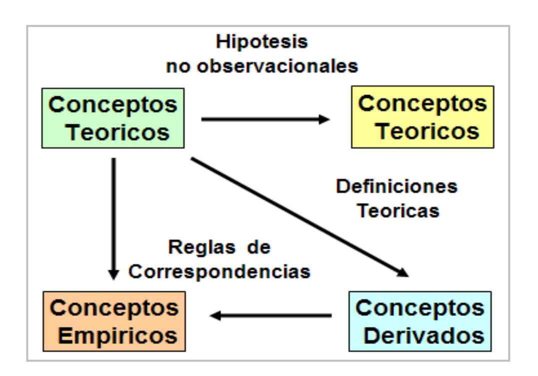


Figura1 Modelo relaciones que vinculan los conceptos de una teoría. [Bagozzi & Philipps, 1982; Diamantopoulos, 1994]

Además, hay tres posibles tipos de relaciones que vinculan estos conceptos: (a) las hipótesis no observacionales, que asocian conceptos teóricos con otros conceptos teóricos; (b) definiciones teóricas, que conectan teórica y los conceptos derivados; y (c) las reglas de correspondencia, que ligan conceptos teóricos o derivados a empíricos y sirven para "proporcionar significación empírica a los términos teóricos; relaciones que se muestran en el esquema de la Figura 1. [Bagozzi & Philipps, 1982].

Utilizando este marco, es posible construir un modelo de investigación que demuestre la representación de una cierta teoría, simplemente, convirtiendo conceptos teóricos y derivados en variables no observables (latentes), y conceptos empíricos en indicadores que son vinculados por un conjunto de hipótesis (representando ya sea hipótesis no observacionales, definiciones teóricas o reglas de correspondencia) [Bagozzi, 1982].

1.2. Estructura Teórica de Hempel

El patrón relacional formado por un sistema de conceptos, según el criterio de Hempel, analizado desde la Lógica Transcursiva (LT), posee aspectos que dependen del observador (conceptos teóricos); los que dependen del fenómeno observado (conceptos empíricos); y existen "leyes de correspondencia" que relacionan directamente los dos anteriores; por último, hay aspectos que relacionan lo teórico y lo empírico de una manera indirecta y no observable (conceptos derivados), Figura 2.

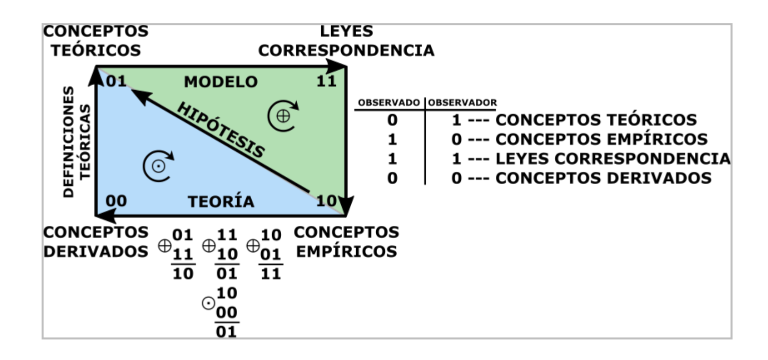


Figura 2 Patrón relacional LT [Hempel; 1952]

Los códigos binarios corresponden a la tabla de asignaciones adjunta y nos sirven para identificar y operar con cada uno de ellos, cuando se analice la dinámica del sistema,

> "*En esta estructura los conceptos teóricos y empíricos relacionados mediante las leyes de correspondencia permiten elaborar un modelo que será utilizado para probar una hipótesis.*" [nivel superficial o aparente – triángulo verde] (Hempel, 1952, p.56).

Cuando los resultados obtenidos con el funcionamiento del modelo no coinciden con el fenómeno real, es decir, cuando la teoría no predice el fenómeno y por tanto no lo explica, se deben realizar ajustes. *La forma de ajustar el modelo es aproximando mejor la teoría a los hechos.* Esto se logra mediante los conceptos derivados, que de una manera no evidente y con menor nivel de abstracción, aportan nuevas definiciones a los conceptos teóricos que ayuden a verificar la hipótesis planteada.

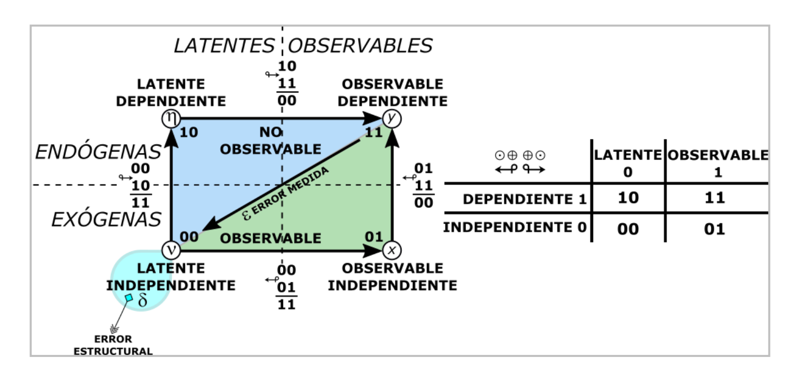
La operatividad del sistema se demuestra a través de las operaciones booleanas que figuran al pie del esquema anterior. Allí se puede ver la manera en que se logra una emulación de la dinámica del sistema. Esta dinámica consta de dos ciclos: uno *superficial* (en sentido horario) y gobernado por XOR (⊕) y uno *profundo* (también en sentido horario) manejado por XNOR (⊙) o equivalencia. El primero itera varias veces hasta que se necesiten ajustes en donde se dispara el segundo, para luego volver al primero. En (LT) este patrón relacional se conoce como PAU hemicíclico [Salatino, 2018].

1.3. Patrón relacional, PAU de Salatino

Según lo propuesto por Diamantopoulos & Siguaw (2013), cuando debemos analizar cualquier fenómeno mediante un modelo, tenemos que medir dos "constructos": las "*variables observables*" y las "*variables latentes*" (no observables). Las primeras "*reflejan*" las variables latentes, por eso, también se las llama "*indicadores reflexivos*". A su vez, ambos constructos pueden ser: "dependientes" o "independientes". Ahora bien, si una variable no es influenciada por otra variable o no depende de ninguna otra en el modelo, es una "*variable exógena*", éstas siempre actúan como variables independientes. La variable que en el modelo es influida o depende de otras variables, se la conoce como

“*variable endógena*”, éstas pueden afectar a otras variables endógenas, en este caso, pueden actuar como variables independientes o como dependientes.

Las medidas empíricas (variables observables) nunca tienen una validez y confiabilidad perfectas, por lo tanto, se debe incluir en el modelo un “término residual” que contemple las “variaciones inexplicables”.



	LATENTE 0	OBSERVABLE 1
DEPENDIENTE 1	10	11
INDEPENDIENTE 0	00	01

Figura 3 Patrón relacional PAU de LT. [Salatino, 2018]

En el esquema de la Figura 3, están registrados todos los elementos descritos anteriormente; pero además, figuran los aspectos dinámicos del modelo. La secuencia elaborada desde la LT es la siguiente: *el sustento no observable de todo el sistema es la variable latente independiente* (***v***), ya que no depende ni es influenciada por ninguna otra variable del modelo. De ella dependen, a su vez, la variable latente dependiente (***η***) y la variable observable independiente (***x***). Por otro lado, de la variable latente dependiente depende la variable observable dependiente (***y***). Por último, la variable observable dependiente, depende de la variable observable independiente. Vemos que ***y*** constituye el final de ambos “recorridos” ya que ella representa el

resultado final del funcionamiento del modelo y lo que vamos a contrastar con el fenómeno real analizado.

De acuerdo a las relaciones planteadas anteriormente, ***v*** es *doblemente exógena* (00), e ***y*** es *doblemente endógena* (11). La tabla de asignaciones adjunta al esquema, completa la identificación de las variables de acuerdo a sus respectivas características [Salatino, 2018].

Ambos "recorridos" están justificados por las operaciones binarias (híbridas ↬↫) colocadas en la parte inferior y lateral izquierda del esquema, las que comenzando en 00 (***v***) terminan en 11 (***y***). En cuanto a los ajustes necesarios por los errores cometidos en las estimaciones, quedan registrados, el de "medida", regresando desde el resultado obtenido (***y***) a la "fuente" (***v***) portando la corrección correspondiente. Esto lo manifiestan las operaciones binarias colocadas en la parte superior y lateral derecha, respectivamente. En tanto que, el "*error estructural*" no es nada que se pueda corregir desde afuera del modelo, sino desde adentro. Esto es, se deben ajustar las ecuaciones, aquellas que representadas por ∇, constituyen el fundamento de la modelización [Salatino, 2018].

1.4. Modelo de Investigación

Basado en el diagrama de ruta (*Path Diagram*), Figura 4, es posible configurar los subconjuntos de ecuaciones para describir las relaciones entre los diferentes parámetros del modelo de investigación, que de hecho, representan las hipótesis no observacionales y las definiciones teóricas; y las ecuaciones de medición, que representan reglas de correspondencia.

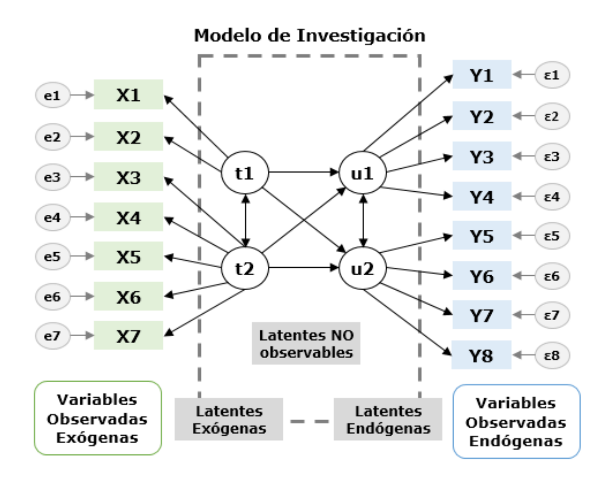


Figura 4 *Path Diagram* que relaciona los elementos del modelo de investigación. Ejemplo de elaboración propia

En general, los indicadores se pueden dividir en dos grupos, según Bollen & Lennox, (1991); y que están indicados gráficamente por el sentido de las flechas: (a) Indicadores *reflexivos,* que dependen del constructo (conocidos como *efectos* de las medidas); y (b) Indicadores f*ormativos* que *causan* la formación o los cambios en una variable no observable (conocidos como *causa* de las medidas). Los *indicadores formativos* no están influenciados por las variables latentes, sino que influyen en ellas (son causales).

La diferencia entre los indicadores *formativos* y *reflexivos* está relacionada con la conceptualización de dos métodos de análisis de datos: análisis factorial AF y análisis de componentes principales ACP. En el AF las variables latentes se llaman *factores*, y supone que estos factores explican las variables observadas. Por el contrario, las LV en ACP se llaman *componentes*, que se obtienen como unidades lineales de las variables

observadas. Desde el punto de vista del AF, un factor está asociado a las variables observadas en forma *reflexiva*, mientras que bajo el punto de vista del ACP, un componente puede ser representado como LV con indicadores *formativos* [Hulland, 1999].

En el *modelo de medida* únicamente se plantean relaciones entre variables latentes, pero no los efectos entre ellas. Estos efectos, se especifican y contrastan en un *modelo estructural*. Para ello se necesita combinar o integrar las características en un *modelo de ecuaciones* simultáneas en ellos. Esto estudia los efectos directos o indirectos, entre las variables latentes (o constructos) y un componente de medida que analiza las relaciones entre las variables observadas (indicadores) y las latentes (factores). El *Path Diagram* es una herramienta de *análisis de vías*, con variables latentes, que no son medidas directamente, sino inferidas a través de variables observadas. En este modelo de investigación se formulan explicaciones causales sobre las variables latentes, a partir de las relaciones observadas entre los indicadores; y se tiene en cuenta la fiabilidad de las medidas ya que incorpora los errores de medida en el modelo, lo que permite controlarlos directamente [Bollen, 1993].

2. Metodología

2.1. Identificación del Modelo

La literatura establece que una de las características más relevantes de los modelos de investigación, es la *identificación del modelo*, que especifica relaciones que vinculan los conceptos de la teoría entre sí, también la direccionalidad de causalidad. La identificación del modelo requiere de varias características; aceptación teórica del modelo, eliminación de modelos equivalentes,

indicadores aceptables del modelo y replicación de los resultados con muestras independientes [Chin, 1998a, p. vii].

Esto se establece construyendo el *Diagrama de Vías o Trayectorias* y las *matrices de datos observados*. El modelado de las trayectorias se realiza aplicando los mínimos cuadrados parciales (PLS-PM), que es un enfoque estadístico para modelar relaciones multivariables complejas entre variables observadas y latentes. Los modelos incluyen una serie de metodologías estadísticas que permiten estimar la *red teórica causal de relaciones que vinculen conceptos complejos latentes*, cada uno medido por medio de una serie de indicadores observables. Desde hace unos años, este enfoque ha ganado popularidad en varias ciencias [Esposito Vinzi, *et al.,* 2007].

2. 3. Ejemplo de Aplicación

El procedimiento metodológico se presenta en un ejemplo genérico de aplicación: el *modelo del Índice de satisfacción a los consumidores de productos industriales,* ECSI, aplicable a diferentes disciplinas. Está basado en teorías y enfoques en la conducta de los consumidores.

El diagrama de trayectorias de este modelo se muestra en la Figura 5, y está tomado del estudio publicado en Tenenhaus *et al.,* (2005). En su estructura, este modelo contiene siete variables latentes interrelacionadas. Se basa en teorías y enfoques bien establecidos en el comportamiento del cliente y puede ser aplicable a una serie amplia de industrias diferentes.

El modelo contiene las variables en el lado izquierdo (*Imagen, calidad percibida, expectativas y valor percibido*) que deben ser vistas como ***controladores***

para explicar al Índice de Satisfacción del Cliente (CSI), y el indicador de ***desempeño*** del lado derecho (*lealtad / quejas*). Las principales relaciones causales están indicadas en el Diagrama.

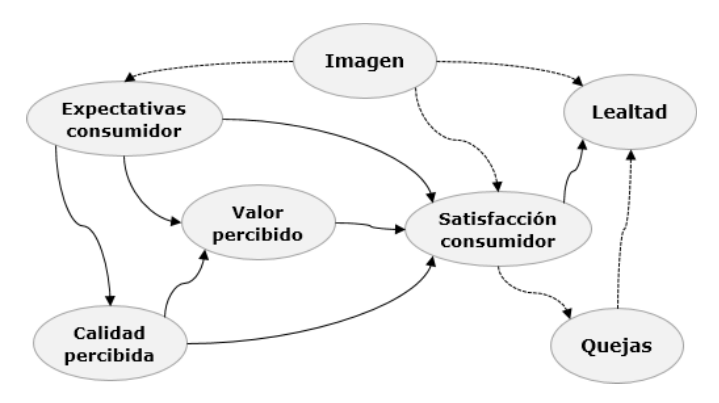


Figura 5 Diagrama de trayectorias modelo del Índice de Satisfacción ECSI de Tenenhaus. (2003, 7-8)

Prevalece un conjunto de variables manifiestas (*observables o medibles*) que se asocian con cada una de las variables latentes; donde existen dos caminos para encontrarlas: uno hipotetizar un instrumento de observación apropiado y obtener experimentalmente los indicadores de las variables elegidas. El método elegido para presentar este trabajo fue otro camino, de analizar una base de datos de estudios ya realizados y disponibles (24 variables manifiestas y 250 encuestados),y explicar el procedimiento.

Realizando un Análisis Factorial (AF), se encuentran las variables latentes mediante las cargas factoriales obtenidas de una rotación *varimax*, asegurando asociaciones de las variables manifiestas con cada variable latente, Figura 6.

El modelo completo es importante para determinar la variable de objetivo principal, el Índice de Satisfacción del Cliente CSI. Puede observarse en la Figura 7 el Diagrama completo.

Cargas factoriales del AF rotado

	Imagen	Expectativa	Calidad	Valor	Satisfaccion	Quejas	Lealtad
X1	**0.72**	0.35	0.57	0.39	0.54	0.42	0.34
X2	**0.57**	0.39	0.49	0.27	0.40	0.19	0.29
X3	**0.66**	0.27	0.37	0.33	0.34	0.21	0.31
X4	**0.79**	0.37	0.57	0.46	0.54	0.44	0.46
X5	**0.70**	0.34	0.54	0.26	0.50	0.34	0.49
y1	0.35	**0.69**	0.44	0.29	0.36	0.18	0.27
y2	0.40	**0.64**	0.34	0.17	0.35	0.22	0.32
y3	0.29	**0.73**	0.36	0.27	0.30	0.13	0.19
y4	0.62	0.53	**0.78**	0.45	0.66	0.38	0.46
y5	0.40	0.31	**0.65**	0.29	0.47	0.30	0.32
y6	0.62	0.42	**0.80**	0.47	0.65	0.47	0.46
y7	0.48	0.39	**0.76**	0.39	0.59	0.38	0.35
y8	0.60	0.41	**0.73**	0.46	0.52	0.39	0.37
y9	0.55	0.45	**0.77**	0.41	0.54	0.42	0.33
y10	0.60	0.41	**0.80**	0.55	0.71	0.47	0.45
y11	0.41	0.31	0.48	**0.93**	0.49	0.29	0.44
y12	0.54	0.35	0.59	**0.91**	0.63	0.36	0.52
y13	0.56	0.50	0.64	0.40	**0.71**	0.33	0.48
y14	0.52	0.39	0.67	0.48	**0.87**	0.42	0.48
y15	0.61	0.38	0.68	0.59	**0.88**	0.55	0.61
y16	0.47	0.25	0.54	0.35	0.54	**1.00**	0.40
y17	0.43	0.28	0.39	0.41	0.46	0.24	**0.85**
y18	0.11	0.09	0.07	0.15	0.11	0.12	**0.27**
y19	0.53	0.35	0.54	0.48	0.66	0.45	**0.87**

Figura 6 Cargas factoriales que discriminan las asociaciones y relaciones de las variables

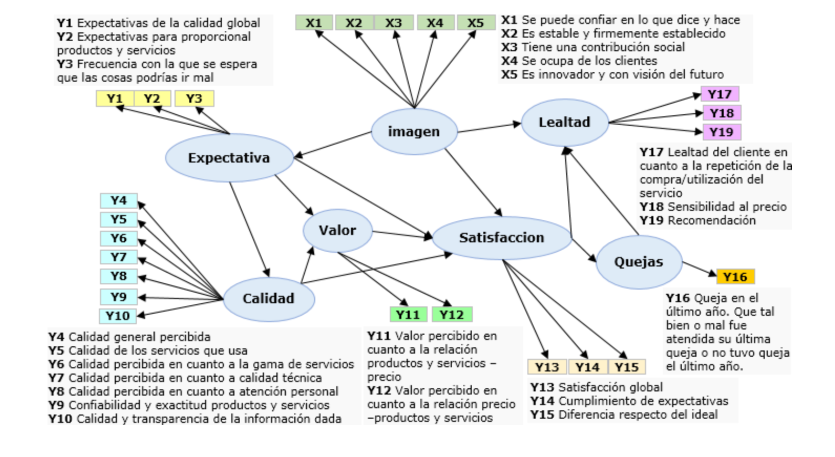


Figura 7 Diagrama de trayectorias de variables latentes asociadas a las variables observadas

El concepto de *calidad percibida,* se refiere a la calidad del producto como tal (a los ojos del cliente) o al servicio asociado como garantías dadas, después de la venta o prestación de estos. Las *expectativas* del cliente se relacionan con las anticipaciones previas de dicho producto a los ojos del cliente. Tales expectativas son el resultado de la promoción activa de la empresa / producto. La *imagen* es una variable opcional que se relaciona con el nombre de la marca y qué tipo de asociaciones los clientes obtienen del producto / marca / compañía. Las flechas entre la *imagen* y el *índice de satisfacción CSI* y *la lealtad*, respectivamente, podría ser bidireccionales. El *valor percibido* se refiere al aspecto de "valor por dinero" a medida que el cliente lo experimenta. Aquí se ve afectado tanto por la *calidad percibida* como por las *expectativas. Quejas* es otra variable opcional y se relaciona con la intensidad de las quejas de los clientes y la forma en que la empresa maneja estas quejas. Está vinculado (probablemente con una flecha bidireccional) a *CSI* y *Lealtad*.

Esto da la especificación del modelo en forma general Figura 8 y los *Índices de calidad* de la estructura de variables latentes, Figura 9.

Especificacion del modelo

Variables Ltentes	Image	Expectativa	Percepcion de la calidad	Percepcion del valor	Satisfaccion	Quejas	Lealtad
Número Variables	5	3	7	2	3	1	3
Tipo	Exogena	Endogena	Endogena	Endogena	Endogena	Endogena	Endogena
Variables manifiestas	X1 X2 X3 X4 X5	Y1 Y2 Y3	Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9 Y10	Y11 Y12	Y13 Y14 Y15	Y16	Y17 Y18 Y19

Figura 8 Especificación del modelo hipotetizado

Latent variable	Dimensions	Cronbach's alpha	D.G. rho (PCA)	Condition number	Critical value	Eigenvalues
Imagen	5	0.714	0.815	2.302	397.512	954.371
Expectativa	3	0.433	0.717	1.631	422.482	616.460
Calidad	7	0.872	0.903	3.642	349.451	1400.119
Valor	2	0.817	0.921	2.430	503.840	861.752
Satisfaccion	3	0.770	0.879	2.494	316.491	683.025
Quejas	1					
Lealtad	3	0.442	0.723	1.923	825.127	1190.304

Figura 9 Índices de calidad de la estructura de variables latentes.

En vez de exhibirse las tablas con los coeficientes de validez y significancia, generalmente se muestra un "Diagrama de Trayectorias", indicándose en él los coeficientes de ruta (coeficientes de regresión estandarizados), que resumen las diversas regresiones del modelo, denominándose *modelo de causalidad del diagrama*. Figura 10.

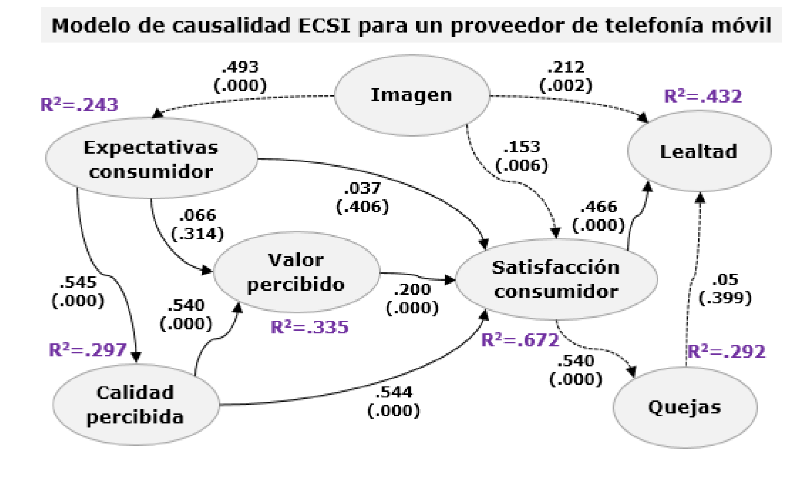


Figura 10 Modelo de causalidad del diagrama de trayectorias del Índice de satisfacción ECSI [Martens & Næs, 1989; Tenenhaus,1998]

3. Resultados

El procedimiento se ejecutó con el módulo PLS PM del paquete XLSTAT, 2016. En el grafico se ven, R^2 y coeficientes que aparecen en las tablas como coeficientes de ruta y modelo interno, así también los pesos para las variables latentes: (1) *valor percibido* y *lealtad del cliente,* son negativos. Los niveles de significancia que se muestran junto a los coeficientes del *camino* se han calculado usando regresiones múltiples. (2) *Imagen, valor percibido y calidad,* tienen un impacto significativo en la *Satisfacción del cliente*. Sin embargo, el impacto más importante en la satisfacción del cliente se percibe en la calidad (0,544). (3) *imagen y el valor percibido,* tienen menos impacto (0,200 y 0,153). No es sorprendente que las cualidades reales del proveedor son mucho más importantes para el cliente que algunas características abstractas de marketing. (4) *expectativa del cliente* no tiene un impacto directo en la *satisfacción del cliente*. (5) *lealtad* es un factor muy importante en la industria. Eso depende principalmente de la *Satisfacción del Cliente* (0,466) y, en menor medida, de la *Imagen* (0,212). (6) Es interesante notar que las Quejas dependen de la *Satisfacción del Cliente*, pero no tienen impacto en la *lealtad.* Por supuesto, tenemos que tener cuidado en la interpretación de los coeficientes de ruta no significativos, ya que puede provenir de un problema de multicolinealidad. Es por esto por lo que se sugiere usar regresión PLS, en lugar de regresión múltiple [Martens & Næs, 1989; Tenenhaus, 1998]

4. Conclusiones

Este enfoque muestra claramente, cómo la tradición "*basada en datos*" del análisis de tablas con variables múltiples, puede fusionarse, de alguna manera, en la tradición "*basada en la teoría*" del modelado de

ecuaciones estructurales, para permitir ejecutar el análisis de datos a la luz del conocimiento actual sobre las relaciones de los análisis multivariantes.

Una vez que se ha "*dibujado*" el modelo, el procedimiento es simple. Se procesa y valida; y la interpretación del resultado puede hacerse leyendo las tablas de los coeficientes de ruta y correlaciones, o referirse a la visualización de los índices sobre el diagrama, en las flechas entre variables latentes. Los resultados aparecen en el modelo de causalidad gráfico [Diamantopoulos *et al.,* 2013].

Podemos concluir que el PLS *Path Moldeling*, es una herramienta que nos ayuda a comparar y desarrollar modelos de investigación a partir de conceptos teóricos y derivados en variables no observables. El examen de relaciones entre variables latentes que ofrece el análisis de Trayectorias o vías, *Path Diagram*, es un instrumento muy útil y flexible para la construcción de modelos. Por otra parte al tener en cuenta sólo las relaciones que resulten significativas, se pueden verificar las mismas hipótesis del modelo original, así como las planteadas por el establecimiento de nuevas relaciones, conceptualmente, en todo, de acuerdo a los criterios dados por la Lógica Transcursiva LT, para estas relaciones.

Agradecimiento. Al Dr. Dante Salatino por haber leído este artículo y sugerido una Adenda de explicación con la Lógica Transcursiva, incluida en el punto 1.3. "Patrón relacional PAU de LT.

Referencias

Bagozzi, R. P., & Philipps, L. W. (1982). *Representing and testing organizational theories: A holistic construal*. Administrative Science Quarterly, 27, 459–489. Bagozzi, R.; C. Fornell (1982). "*Theoretical Concepts, Measurement, and Meaning*". En: C. Fornell [Ed]: A Second Generation of Multivariate Analysis Vol.1, pp.5-21. New York. Praeger Publishers. U.S.A.

Bollen, K., & Lennox, R. (1991). Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological Bulletin, 110*, 305–314

Chin, W. W. (1998a). *Issues and opinion on structural equation modelling* MIS Quarterly, 22(1)

Diamantopoulos, A. (1994). *Modelling with LISREL: A guide for the uninitiated*. Journal of Marketing Management, 10, 105–136.

Esposito Vinzi, V., Ringle, C., Squillacciotti, S., & Trinchera, L. (2007). *Capturing and treating unobserved heterogeneity by response-based segmentation in PLS path modelling. a comparison of alternative methods by computational experiments*

Henlein, M. & Kaplan, A. M. (2004). *A beginner's guide to partial least squares analysis*. *Understanding Statistics*, *3* (4), 283-297.

Hempel, C. G. (1952). *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*. Chicago, The University of Chicago Press

Hulland, J. (1999). *Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: A review of four*

recent studies. Strategic Management Journal, 20, 195–204

Kaplan, A. M. (2004). Haenlein, M., & Kaplan, A. M. (2004). *A beginner's guide to partial least squares analysis. Understanding statistics*, 3(4), 283-297.

Martens & Næs, 1989 (13 Tenenhaus, M., Vinzi, V. E., Chatelin, Y. M. & Lauro, C. (2005). *PLS path modeling. Computational Statistics & Data Analysis*, 48(1), 159-205

Salatino D. (2018). *Patrón relacional PAU de Lógica Transcursiva que caracterizan una teoría o sistema de conceptos* (Adenda de LT a un modelo de investigación, UNC-UTN).

Tenenhaus M., Esposito Vinzi V., Chatelin Y.-M. y Lauro C. (2005) "*Modelado de senderos PLS*". Computational Statistics & Data Analysis, 48 (1), 159-205

* * *

INVESTIGACIÓN Y LÓGICA TRANSCURSIVA

SECCIÓN

2

5. RIESGO DE AUTISMO EN LA DESCENDENCIA LOGRADA MEDIANTE TÉCNICAS DE REPRODUCCIÓN ASISTIDA

Un análisis desde la lógica transcursiva

Dante R. Salatino[28] – Alberto E. Tersoglio[29]

RESUMEN

En este trabajo se investiga la existencia de relación entre la técnica de reproducción asistida de inyección intracitoplasmática de esperma (ICSI) y el nacimiento de niños autistas. Basados en abundante bibliografía (Danan et al, 1999; Cummins, 2000; Riva & Giorgi, 2000; Palmen, 2004; Allen, 2005; Tavano et al, 2007; Palmieri & Persico, 2010; Bolduc et al., 2011, 2012; Stoodley et al., 2012; Konopka, 2013; Lyall et al, 2013; Sandin et al, 2013; Chen et al., 2015; Fountain et al., 2015; Siddiqui et al., 2016; Punamäki et al, 2016; Liu et al, 2017; Babinská et al, 2017; Griffiths & Levy, 2017; Liang et al., 2017) proponemos que la posibilidad de transferencia de ADN mitocondrial paterno mediante esta técnica, es un condicionante a tener en cuenta en la alteración de la homeostasis del Ca^{++} que se ha detectado en algunos autistas. Esta condición facilitaría, según la teoría del funcionamiento psíquico tomada como referencia (Salatino, 2013, 2016), la anulación de las frecuencias bajas (20 Hz) en el cerebro, que son las que manejan el sistema sociocultural. Si a esto le sumamos la disminución de las células de Purkinje cerebelares que suele encontrarse en pacientes con autismo, explicaría las alteraciones de la estructura y función psíquicas que producen deterioro o falta del lenguaje y del trato social que muestran estos pacientes. Teniendo como guía el método nomológico-deductivo de Hempel y complementándolo mediante la lógica transcursiva, se logra dar una explicación razonable al siguiente caso hipotético: luego de la utilización

[28] UNCuyo
[29] CIRA

de la técnica ICSI nace un niño autista. Dado que esta técnica da la posibilidad que parte del ADN mitocondrial paterno, contenido en el espermatozoide pase al óvulo al fecundarlo, puede producir un caso de heteroplasmia paterna. Al revisar los aspectos etiológicos mencionados anteriormente, pudimos predecir la aparición de los trastornos psíquicos de estos niños, teniendo en cuenta los aspectos estructurales y funcionales del aparato psíquico, con bases neurobiológicas firmes. El hipotético caso analizado justifica la heteroplasmia paterna como una de las posibles causas del autismo, según algunas de las estadísticas presentadas por otros autores.

Palabras clave: espectro autista, técnicas de reproducción asistida, trastornos psíquicos, explicación científica, lógica transcursiva.

1.0 Introducción

El autismo es un trastorno del desarrollo neuropsíquico que con un fin práctico, caracterizaremos solo mediante dos de sus aspectos clínicos relevantes: falta del desarrollo del lenguaje y déficit del funcionamiento social. Lo cual da lugar, además de un deterioro de la conducta socio-comunicativa, a la aparición de comportamientos repetitivos y restrictivos (Konopka, 2013).

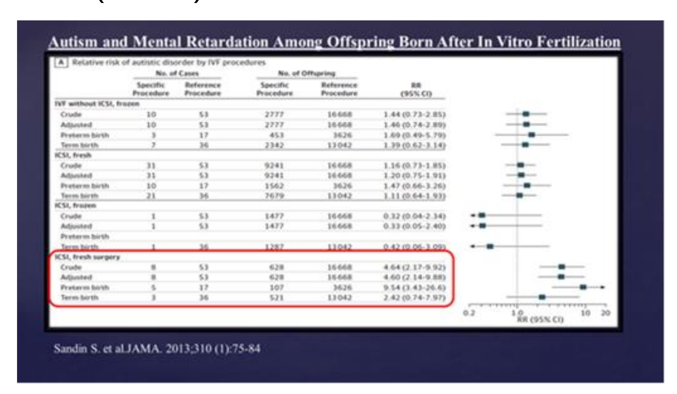
Desde una teoría específica de la estructura y el funcionamiento psíquicos (Salatino, 2013, 2016), se pueden explicar los hallazgos anteriores. Esta teoría propone que el aparato psíquico se encarga de administrar la realidad subjetiva, esto es, la del propio sujeto, que está constituida por tres sistemas reales: 1) Sistema bio-externo (encargado de mantener la vida y perpetuarla), 2) Sistema psico-interno (que se encarga de lograr la debida adaptación al entorno inmediato), y 3) Sistema sociocultural (dispuesto para ajustar las relaciones con nuestros pares).

En este trabajo se investiga la relación significativa detectada entre la técnica de reproducción asistida de inyección intracitoplasmática de esperma (ICSI) y el nacimiento de niños autistas. Proponemos que la posibilidad de transferencia de ADN mitocondrial paterno mediante esta técnica, es un fuerte condicionante de la alteración en la homeostasis del Ca^{++} que se ha detectado en algunos autistas. Esta condición facilitaría, según la teoría del funcionamiento psíquico mencionada, la anulación de las frecuencias bajas (20 Hz) en el cerebro, que son las que manejan el sistema sociocultural. Si a esto le sumamos la disminución de las células de Purkinje cerebelares que suele encontrarse en pacientes con autismo, explicaría las alteraciones de la estructura y función psíquicas que producen deterioro o falta del lenguaje y del trato social.

2.0 ANTECEDENTES

Sandin et al. (2013) mostraron que en 2,5 millones de niños nacidos entre 1982 y 2007, 30,959 (1.2%) fueron concebidos a través de la fertilización *in vitro* (FIV). En general, 103 de 6959 niños (1,5%) con trastorno autista y 180 de 15,830 (1,1%) con retraso mental fueron concebidos por (FIV). Por lo tanto, el RR para el trastorno del espectro autista (TEA) después de cualquier procedimiento en comparación con la concepción espontánea fue de 1.14% (IC 95%, 1.01-1.36: 46.3 versus 39.8 por 100,000 personas / año). Al comparar la FIV sin ICSI con la transferencia de embriones frescos, hubo un aumento estadísticamente significativo en el riesgo de TEA, seguido de ICSI mediante la extracción quirúrgica de espermatozoides y embriones frescos. (RR, 4,60 [IC del 95%: 2,14-9,88]; 135,7 frente a 29,3 por 100.000 personas / año). Concluyen que el uso de procedimientos específicos,

FIV con ICSI, para la infertilidad paterna se asoció con un aumento pequeño (aunque significativo) en el RR para TEA y retraso mental en comparación con la FIV sin ICSI. (Tabla I)



A Relative risk of autistic disorder by IVF procedures

	No. of Cases		No. of Offspring		
	Specific Procedure	Reference Procedure	Specific Procedure	Reference Procedure	RR (95% CI)
IVF without ICSI, frozen					
Crude	10	53	2777	16668	1.44 (0.73-2.85)
Adjusted	10	53	2777	16668	1.46 (0.74-2.89)
Preterm birth	3	17	453	3626	1.69 (0.49-5.79)
Term birth	7	36	2342	13042	1.39 (0.62-3.14)
ICSI, fresh					
Crude	31	53	9241	16668	1.16 (0.73-1.85)
Adjusted	31	53	9241	16668	1.20 (0.75-1.91)
Preterm birth	10	17	1562	3626	1.47 (0.66-3.26)
Term birth	21	36	7679	13042	1.11 (0.64-1.93)
ICSI, frozen					
Crude	1	53	1477	16668	0.32 (0.04-2.34)
Adjusted	1	53	1477	16668	0.33 (0.05-2.40)
Preterm birth					
Term birth	1	36	1287	13042	0.42 (0.06-3.09)
ICSI, fresh surgery					
Crude	8	53	628	16668	4.64 (2.17-9.92)
Adjusted	8	53	628	16668	4.60 (2.14-9.88)
Preterm birth	5	17	107	3626	9.54 (3.43-26.6)
Term birth	3	36	521	13042	2.42 (0.74-7.97)

Tabla I Extraída y modificada de Sandin et al. (2013)

Fountain et al. (2015), al estudiar niños nacidos en California, entre 1997 y 2007, mostraron que en la población general, la incidencia del diagnóstico de autismo se duplicó en los nacimientos con el uso de técnicas de asistencia reproductiva (TAR), que en los nacimientos espontáneos. Esta incidencia fue más notable y se relacionó directamente con el hecho de nacimientos múltiples (gemelos, trillizos), algo muy común en los casos en que se usa TEA (Tabla II).

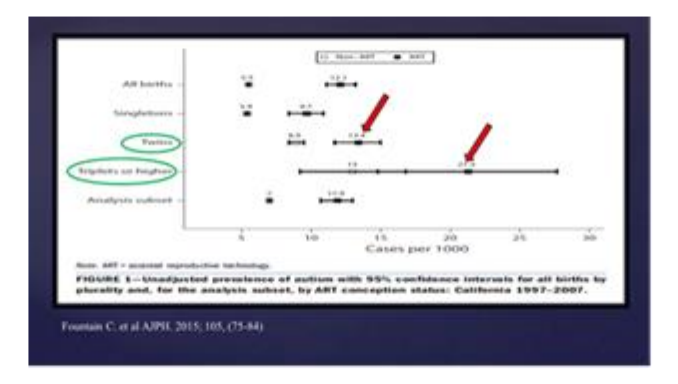


Tabla II Extraída y modificada de Fountain et al. (2015)

Liang et al. (2017) evaluaron el riesgo de TEA en los descendientes obtenidos a través de TAR, en un metaanálisis. Hasta el 30 de abril de 2016, se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Embase y Web of Knowledge para identificar todos los registros relevantes. Los índices de riesgo (RR) y los intervalos de confianza del 95% (IC del 95%) se calcularon para analizar la fuerza de asociación mediante el uso de modelos de efectos fijos o aleatorios basados en la prueba de heterogeneidad en los análisis de subgrupos y los totales. El análisis del total de 11 registros (3 estudios de cohortes y 8 estudios de casos y controles) reveló que el uso de TAR se asocia con un mayor porcentaje de TEA (RR = 1,35; IC del 95%: 1,09-1,68; P = 0,007) . Además, los análisis de subgrupos se realizaron según el diseño del estudio, la ubicación del estudio y la calidad del estudio, y algunos subgrupos también mostraron una asociación estadísticamente significativa. Este estudio indicó que el uso de TAR podría estar asociado con un mayor riesgo de TEA en la descendencia. Sin embargo, aún se requieren estudios más prospectivos, grandes y de alta calidad (Tabla III).

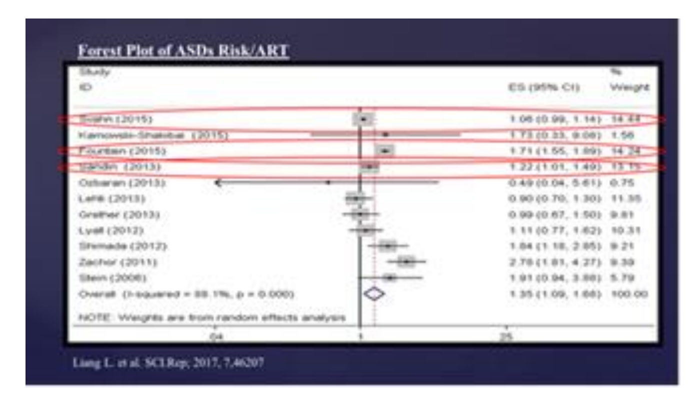


Tabla III Extraída y modificada de Lian et al. (2017)

3.0 Aparato psíquico

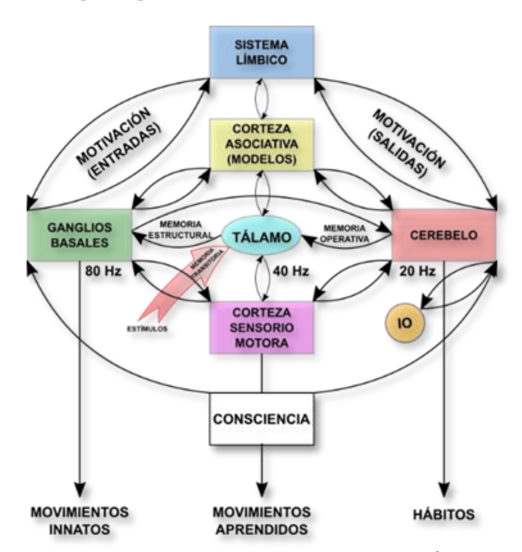


Figura 1 FUNDAMENTOS NEUROBIOLÓGICOS DEL APARATO PSÍQUICO

La estructura propuesta en la Figura 1 del aparato psíquico se sustenta en la anatomía, fisiología y neurobiología del sistema nervioso central (SNC.

Como se puede apreciar en el esquema anterior, son seis las estructuras grises del SNC, que están involucradas en la constitución y manejo del aparato psíquico. Estas estructuras son: 1) Tálamo, 2) Ganglios basales, 3) Sistema límbico, 4) Corteza cerebral (asociativa y sensoriomotora), 5) Cerebelo, y 6) Oliva inferior.

Los estímulos que llegan, tanto del medio social (sistema sociocultural), como del entorno inmediato (sistema psico-interno) e inclusive desde el propio organismo (sistema bio-externo), ingresan por las vías sensitivas, al *tálamo* (conjunto de núcleos grises, ubicado en el centro de la masa cerebral). Desde allí, son derivados a los *ganglios basales* (grupo de núcleos grises que se hallan en la base del cerebro) que se encargan de “identificar” las entradas. Esta “identificación” no hace otra cosa que determinar de qué sistema real proviene el estímulo, para que nuestra psiquis pueda elaborar la respuesta adecuada. La información de entrada queda momentáneamente, retenida en la “memoria transitoria”, que se ubica en la corteza cerebral. Si los estímulos vienen desde el sistema bio-externo (de nuestro cuerpo) su solución tiene prioridad absoluta, y son los mismos *ganglios basales* quienes promueven la respuesta inmediata mediante una serie de movimientos innatos, de carácter inconsciente.

En cambio, si los estímulos provienen desde el entorno inmediato (sistema psico-interno) o desde el entorno social (sistema sociocultural), los *ganglios basales*, en conjunto con el *sistema límbico* (dispuesto alrededor del cuerpo calloso, la estructura que comunica ambos hemisferios), le dan el marco motivacional a la entrada. Aunque los *ganglios basales* son los que determinan si los nuevos estímulos son “conocidos” o no. Cuando ya

“conocemos” la respuesta, es decir, cuando ya hemos hecho un “habito” de responder de la misma forma ante requerimientos semejantes, los ganglios basales “consultan” a la corteza cerebral asociativa (corteza prefrontal, ubicada delante de la corteza sensoriomotora), para ver si ya hay algún antecedente de dicha situación. Si existe dicho antecedente, dan la orden que se ejecute la respuesta motora conocida. Esta “respuesta anticipada” está “registrada” en la *corteza del cerebelo* (parte posterior del encéfalo), a la que conocemos como “memoria operativa”.

Algo muy distinto ocurre cuando el desafío que plantean los estímulos entrantes no tiene antecedentes. Por primera vez tiene participación la consciencia, puesto que se trata de una situación nueva, de la que nos tiene que quedar un aprendizaje, alguna experiencia. En esta ocasión, los estímulos recibidos por el tálamo son derivados a los ganglios basales para su “identificación” y su “clasificación” (proceso que abordaremos en detalle, más adelante), una vez que se comprueba que no hay antecedentes de la situación presente, el sistema límbico le asigna una importante carga emotiva, por ser desconocida. Producida la “clasificación” de los estímulos, que le indica al aparato psíquico la relevancia que tienen los aspectos que determinan el hecho real percibido, según su orden de precedencia, son enviados al circuito tálamocortical (tálamo-corteza asociativa). Este circuito se encarga, en primer lugar, de “contextualizar” temporalmente el acto perceptivo. Este minucioso proceso es llevado a cabo por los *núcleos específicos* (que contemplan lo que llega desde fuera de la psiquis) y los *núcleos no específicos* (que hacen lo propio con lo que surge desde el sujeto) del tálamo. En segundo lugar, el circuito tálamocortical, deja constancia de haber aprendido, y por ende, de haber logrado un

determinado conocimiento y una comprensión de la nueva realidad, la que pasará a formar parte de la "estructura psíquica" del sujeto. Esta "estructura" será alojada en la "memoria estructural", aquella que residiendo en la corteza cerebral, es indeleble y de carácter inconsciente.

Cuando se confirmó el registro de un hecho nuevo, los ganglios basales, el sistema límbico, el cerebelo y la oliva inferior (núcleo gris perteneciente al bulbo raquídeo, que se ubica en el extremo superior de la médula espinal), compaginan la respuesta adaptativa correspondiente, con el debido tenor emotivo. Esta respuesta o estos "movimientos aprendidos", al menos en las primeras veces que se producen, son de carácter consciente. Luego, si se repiten a menudo y en forma exitosa, pasarán a formar parte de un hábito que es de índole inconsciente.

4.0 Identificación y clasificación de los estímulos

La evidencia filogenética nos muestra un SNC con una arquitectura neuroanatómica tripartita relacionada con la organización del comportamiento (movimiento y otras conductas) (Salatino, 2012) (Figura 2). Según la antigüedad evolutiva, y solo con fines didácticos, podemos identificar cada una de estas partes como: 1) *cerebro neuronal* en donde la estructura psíquica depende solo del funcionamiento de las neuronas y las estructuras que le dan soporte son el tallo cerebral (formado por el cerebro medio, la protuberancia y el bulbo raquídeo) y los ganglios basales; 2) *cerebro visceral* que asienta en el sistema límbico que son las redes neuronales de donde surgen los afectos que estructuran la psiquis; y 3) *cerebro cortical* cuyo sustento es la corteza cerebral en su grado de máximo desarrollo

lo cual permite al ser humano, y solo a él, lograr una estructura psíquica (arreglos neuronales) que posibilitan el manejo del fenómeno cognitivo como manifestación suprema de su subjetividad

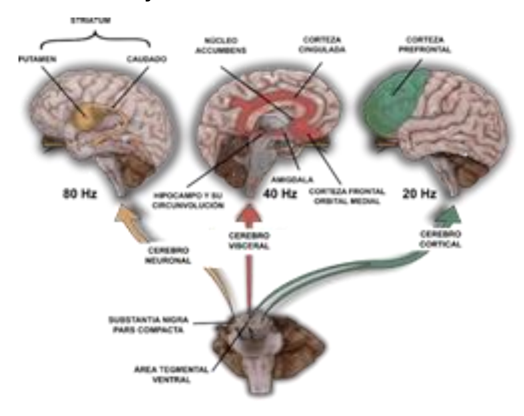


Figura 2 SISTEMA DOPAMINÉRGICO

La dopamina es un neurotransmisor que está presente en distintas áreas del SNC y es muy importante en la regulación de la actividad motora del organismo, es decir, en la proyección de la respuesta. Pero además, en la cognición, en la motivación, en la producción de leche, en el sueño, en el humor, en la atención y en el aprendizaje. En otras palabras, es la dopamina la que pone en funciones los distintos estratos de la estructura psíquica descritos de acuerdo con el sistema real (Salatino, 2009) que se deba atender; o sea, el biológico o bio-externo (cerebro neuronal), el psíquico o psico-interno (cerebro visceral), o el sociocultural (cerebro cortical).

La dopamina es quien define, como acabamos de ver, qué estructuras forman parte de cada uno de estos ‘cerebros evolutivos’, pero el mecanismo íntimo que permite la selección de uno de ellos según al sistema

real al que haya que prestar atención es de índole temporal, ya que cada uno tiene como guía un “marcapasos neurológico”. Los tres marcapasos tienen una frecuencia de base que los identifica, así: el marcapasos de los ganglios basales (percepción) oscila aproximadamente a 80 Hz, el marcapasos tálamocortical (estructura psíquica) a 40 Hz y el marcapasos olivocerebeloso (movimiento) aproximadamente a 20 Hz. El ion Ca^{++} es el principal determinante de estas bandas de frecuencia.

En cambio, para la “clasificación” de los estímulos proponemos una supuesta unidad perceptiva basada en el mecanismo lógico de un “autómata finito” (Figura 3). Desde la LT caracterizamos, de una manera muy general, un hecho real como la concurrencia de un sujeto (S = 01), un objeto (O = 10) y una transformación (V = 11) que los liga. La composición de este detector es muy sencilla. Consta de un “identificador” para cada uno de los “elementos” que conforman un hecho real y de una serie de conectores, que, al interpretar su código binario, le permite al sistema cambiar de estado.

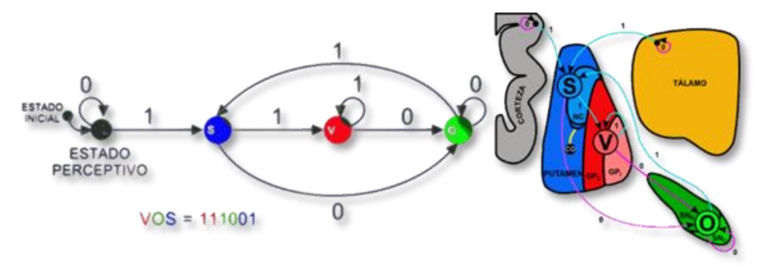


Figura 3 AUTÓMATA FINITO DETERMINISTA
APARATO PERCEPTIVO GENÉRICO

Referencias: NC: núcleo caudado – CO: interneurona colinérgica – GA: interneurona GABAérgica – GPE: globus pallidus externo – GPI: globus pallidus interno - SNR: sustancia negra reticular – SNC: sustancia negra compacta – 1: activación – 0: inhibición

La “máquina perceptiva” anterior está capacitada para identificar cualesquiera de los seis patrones que se forman con los tres elementos indicados. Es decir, SVO, VOS, OSV, SOV, OVS y VSO. Para identificar a qué sistema real pertenece el “hecho” que estamos percibiendo, nos valemos del primer elemento de la “cadena”. Por ejemplo, el patrón VOS que está puesto en la figura anterior, viene desde el sistema real sociocultural. De manera equivalente, si el patrón comienza con “S”, el fenómeno a analizar proviene desde el sistema psico-interno o de lo que tiene que ver con la subjetividad de los seres vivos. Mientras que si el primer elemento es “O”, nos está diciendo que el hecho real tiene que ver directamente con nuestro cuerpo, o con algo externo a nosotros, pero que no tiene vida.

Una vez identificado el origen, o el sistema al que pertenece el estímulo, debemos “clasificarlo”. Esto último se logra, identificando los elementos que siguen al primero. En el caso del ejemplo de la figura, el hecho es identificado como proveniente del sistema sociocultural (una transformación) y se prioriza al “objeto” que fue el destino de esa transformación, antes que al “sujeto” que fue su productor. De la misma manera, se procede con los cinco patrones restantes. En la misma figura se puede apreciar el “centro de operaciones” del sistema perceptivo, representado por los ganglios basales, donde se le ha superpuesto el autómata finito. En el esquema se han respetado, básicamente, las conexiones activadoras (1) e inhibidoras (0) que mantienen entre ellos y con el tálamo y la corteza cerebral (Salatino, 2013, p. 49)

5.0 Neurobiología del autismo

Desde el punto de vista neurológico, en general, el autismo es visto como un desorden de conectividad entre distintas partes del SNC. El cerebelo está en la encrucijada entre los sistemas sensitivos y motores, por lo que es esencial para la comunicación entre ambos (Figura 4).

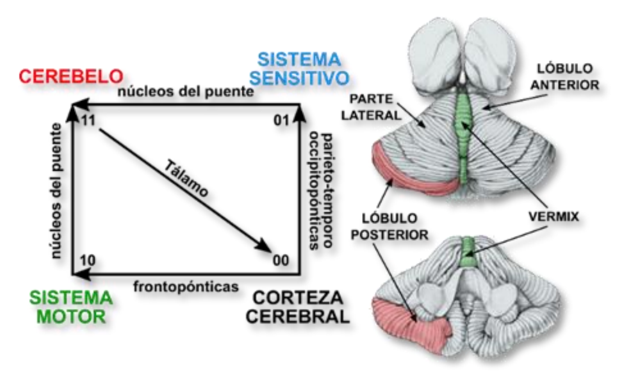


Figura 4 CEREBELO Y AUTISMO

Aunque el cerebelo es una de las primeras estructuras del cerebro humano en desarrollarse, no está totalmente maduro hasta después de los primeros años postnatales (Konopka, 2013, p. 5). Esto es fundamental para explicar por qué el "lenguaje convencional" comienza a desarrollarse a partir de los 18 meses (Salatino, 2012, p. 245). Hay investigaciones importantes que relacionan las malformaciones del *vermix cerebelar* (●) con el autismo (Bolduc et al., 2011, 2012; Tavano et al., 2007). Mientras que las malformaciones de los lóbulos cerebelares son asociadas con déficits selectivos de la función ejecutora, por ejemplo, del lenguaje o de la "cognición espacial". Esto último es muy significativo pues refleja los patrones de conectividad cerebelar. Las dificultades del lenguaje

están asociadas con lesiones del lóbulo posterolateral (●) (Riva & Giorgi, 2000; Stoodley et al., 2012).

Además del cerebelo, en el autismo están implicados: la corteza cerebral, el tálamo y el *striatum* (ganglios basales).

5.1 Cambios histopatológicos y funcionales

El más consistente de los cambios histológicos encontrados en los casos de autismo es la pérdida de células de Purkinje cerebelares, particularmente, de los lóbulos. (Allen, 2005; Palmen, 2004). Una reducción de actividad cerebelar (como la encontrada en el autismo) se acompaña de un incremento de la actividad de la corteza cerebral, en particular, de las regiones prefrontales (Mostofsky et al., 2009; Takarae et al., 2007). Lo cual sugiere que el "problema psíquico" del autista no solo es estructural, como pensábamos, sino también, funcional. En otras palabras, puede llegar a disponer de los patrones básicos de comportamiento, pero, socialmente no los puede proyectar en una conducta determinada.

La interrupción de la inhibición GABAérgica en las células de Purkinje puede influir en el funcionamiento en los circuitos talamocorticales. Se ha sugerido que la función reducida de las células de Purkinje produce una modulación cerebelosa reducida de la liberación de dopamina en la corteza prefrontal medial (Rogers et al., 2013). Es posible que la pérdida de células de Purkinje en última instancia conduzca a un desequilibrio de la relación de excitación / inhibición en la corteza, lo cual, se hipotetiza como un mecanismo subyacente en un trastorno del espectro autista (ASD por sus siglas en inglés) (Maloney, 2013).

6.0 Alteraciones psíquicas

Las manifestaciones más importantes que caracterizan al niño autista no derivan de una patología en sí, sino de una disposición psíquica distinta. La psiquis del autista presenta, según lo ve la Lógica Transcursiva, marcadas modificaciones con respecto a lo que hemos propuesto más arriba como una psiquis estándar. Tales modificaciones, por lo menos en el caso presentado en este trabajo, son de origen genético, y por lo tanto, congénitas.

El niño autista, literalmente, "vive en otro mundo". Otra es la realidad subjetiva que lo sostiene, otras y muy distintas son sus prioridades vitales y diferentes serán entonces, los aportes que requiera del medio circundante.

Para el autista, el mundo social o no existe o si existe es solo un rudimento al que no puede acceder porque carece de la posibilidad de utilizar en forma adecuada, el lenguaje convencional.

Todos los programas de ayuda que se establezcan como aptos para tratar con estos niños, deberían contemplar en su base, técnicas de reinserción social estructuradas sobre sus reales necesidades y no, como la mayoría de ellos, tratando de 'aportar' supuestas soluciones pragmáticas para el uso correcto del lenguaje y de una manera derivada, una "mejor estructuración" de su pensamiento. Esto último responde a los prejuicios sobre los que se basan las ciencias cognitivas, que son el marco de referencia actual que toman la mayoría de las instituciones que se dedican a ayudar a los autistas.

Por tanto, no vamos a considerar el presunto rol que tienen las cogniciones en el procesamiento de información, ni tampoco vamos a adherir a uno de los

axiomas mayores de las ciencias cognitivas, el que afirma:

> "*Los procesos cognitivos (ideas, creencias, reglas) traducen los hechos externos e internos en representaciones o estructuras de significado*" (Chappa, 2003, p. 98).

En este trabajo vamos a mostrar un posible origen de la "asocialidad" autista, por llamarle de alguna manera. Aunque siendo rigurosos, un autista no es "asocial", en el sentido estricto del término, ya que "asocial" es un individuo (o sujeto social) que no se identifica de modo consciente o intencionado con el grupo social en el que está inmerso. El autista en cambio, nunca llega a ser un individuo, es decir, jamás llega a convertirse en un sujeto social. Su individualidad es una pura subjetividad y como tal, tiene cercenada de raíz la posibilidad de identificación con su grupo.

Un autista tampoco padece de anomia[30], vale decir, de un comportamiento social inadecuado por no observar las normas establecidas. Para el autista, las normas sociales carecen de sentido y el verdadero motivo de esto, lo debemos buscar en las causas que conducen a su aparente 'anestesia afectiva', ya que el afecto es el único medio socializador del ser humano.

Como ya hemos visto en otro trabajo (Salatino, 2012), a nivel fundamental, la estructuración psíquica se basa en la administración del cambio. Es bien conocida la marcada resistencia al cambio que evidencian todos los niños con trastornos autistas. Dado que hemos propuesto que la psiquis del autista no es anormal sino distinta, es claro entonces, que el cambio no es lo que

---

[30] No confundir con el desorden neuropsicológico que afecta a algunos afásicos, caracterizado por la dificultad para recordar el nombre de las cosas.

relaciona sujeto y objeto en su psiquis. Consecuencia directa de lo anterior es su manifiesta dificultad en el aprendizaje de las normas socioculturales que están dispuestas según la mayoría ‘normal’ dominante. Es decir, no le es posible caracterizar los cambios que asedian su psiquis. Luego, la clave está en poder determinar qué es lo que liga los constituyentes básicos de su psiquis, es decir, sujeto y objeto. O mejor aún ¿Son sujeto y objeto los elementos que estructuran su psiquis? ¿O solo maneja objetos relacionados no por el cambio, sino por las ligaduras estáticas percibidas entre ellos en una primera instancia? Si esto fuera así, evidentemente sus PAU^{s} deberían tener otra disposición y ni que hablar de sus memorias estructural y operativa.

Comencemos por el PAU psíquico. Es evidente que al no acusar recibo del cambio externo dada su aparente indiferencia perceptiva, la única manifestación que promueve la evolución de la estructura psíquica es el cambio interno. Para aclarar lo anterior, veamos la Figura 5.

En la parte izquierda de la Figura 5, en un PAU estructural, vemos la diferenciación del cambio original que estructura, habitualmente, la psiquis. Se aprecia la relación existente entre un cambio somático (01) que genera una urgencia vital (hambre). Un cambio externo que aporta para corregir el desequilibrio anterior (10) (aporte materno). Por último, un cambio representado por una acción específica como respuesta al cambio externo (11) (succión).

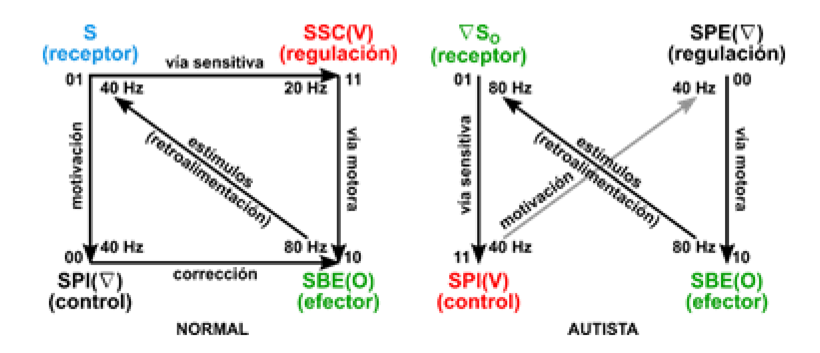


Figura 5 PSIQUIS AUTISTA

Esta secuencia se da a nivel evidente o superficial. A nivel profundo, existe parte del cambio original (cambio interno) (00) que cumple la función de ligar y funcionalizar a los demás cambios. Es ese cambio que no se hace evidente salvo por sus inconfundibles manifestaciones. Las que aparentemente, posibilitan la alternancia entre los otros cambios o del predominio de uno sobre otro, hasta lograr la motivación que promueve la satisfacción del deseo original. La realidad subjetiva, entonces, surge de la conjunción de un deseo y una necesidad que deben ser satisfechos. En el esquema se han superpuesto los distintos sistemas reales que "administran" los cambios descritos, con sus respectivas activaciones neurobiológicas (los distintos rangos de frecuencia que ya hemos visto en otros trabajos en este libro) y los distintos procesos que los conectan.

En el autismo, en cambio, (Figura 5, derecha) es como si el deseo no existiera, es decir, no se evidencia a nivel superficial el recuerdo de una vivencia de satisfacción (01). Esto es, no surge el impulso voluntario no heredado que mueve a vivir; solo se hace presente una necesidad o impulso involuntario y heredado, útil para preservar la vida (00). Dado lo anterior, el PAU psíquico

del autista queda estructurado de la siguiente manera: 1) El cambio somático (01) es reemplazado por una de las instancias en se desdobla el cambio interno (∇), que pasa a ser superficial y evidente (**∇S_o(01)**). El sujeto (**S**) es reemplazado por un "sujeto objetivo". 2) La otra instancia del cambio interno (∇), convertido en una especie de "sistema psico-externo" (**SPE∇(00)**), reemplaza a acción específica (**V**), que ahora se ha hecho profunda (**SPIV(11)**), y representaba la respuesta específica para vehiculizar el cambio externo, aquel que aparece como auxilio para cubrir la necesidad vital. El cambio externo (**SBE(10)**) no se modifica.

Las modificaciones descritas configuran un PAU bicíclico, en donde un cambio interno termina relacionado a un cambio externo mediante otro cambio interno. Lo cual es equivalente a dos objetos relacionados por un cambio interno. La primera instancia del cambio interno se constituye en "sujeto objetivo". El cambio externo, aquel que aporta para saldar la necesidad vital, reemplazará al "objeto objetivo". Mientras que la segunda instancia del cambio interno reemplazará a la acción específica, actuando como un medio de interrelacionar los dos cambios anteriores, y es el que pondrá en funcionamiento el reflejo de succión, el llanto y posteriormente, actos más complejos, es decir, reemplazará el cambio objetivo (**V_o**) que normalmente, relaciona sujeto y objeto.

Observamos en el esquema del autista la superposición de los sistemas que administran los cambios propuestos, y como se puede apreciar, falta el rango de frecuencia de los 20 Hz, que es el que maneja la proyección de nuestro comportamiento, a modo de conducta, al sistema sociocultural y depende del cerebro neuronal y del circuito olivocerebeloso. Esta "desconexión social"

explica en parte, los hallazgos clínicos en los autistas, en donde se hace evidente una especie de “motivación hacia adentro”, al desaparecer tácitamente, el sujeto.

7.0 Hipótesis

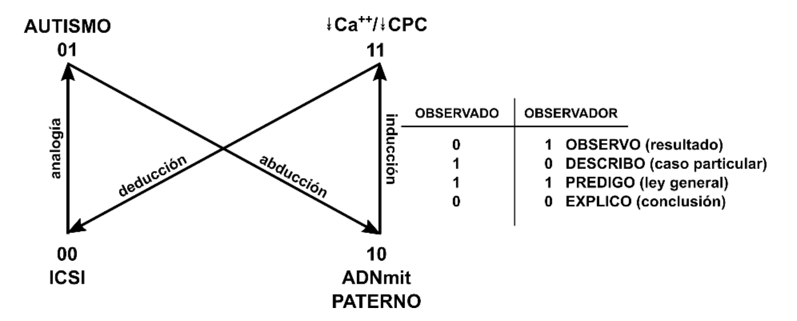


Figura 6 PAU EXPLICATIVO

La Figura 6 deja constancia de la situación hipotética en la que, luego de la aplicación de la técnica ICSI de reproducción asistida, nace un niño autista. Suposición que se basa en la evidencia aportada por varias investigaciones (Danan et al, 1999; Cummins, 2000; Lyall et al, 2013; Sandin et al, 2013; Punamäki et al, 2016; Liu et al, 2017). Asumiendo la posibilidad de que parte del ADN mitocondrial paterno, contenido en el espermatozoide pase al óvulo al fecundarlo, dado el procedimiento que se emplea para lograr la inmovilidad espermática (ver Apéndice), podemos describir el caso particular. Es decir, se asume que la presencia de ADN mitocondrial paterno puede producir autismo (Palmieri & Persico, 2010; Chen et al., 2015; Siddiqui et al., 2016; Babinská et al, 2017; Griffiths & Levy, 2017). Invocando un patrón universal (PAU) como ley general, se puede predecir algunas alteraciones estructurales y funcionales del cerebelo, como, por ejemplo, alteración de la homeostasis del Ca^{++}, o la disminución significativa de la

población de células de Purkinje en la corteza cerebelar (Riva & Giorgi, 2000; Palmen, 2004; Allen, 2005; Tavano et al, 2007; Bolduc et al., 2011, 2012; Stoodley et al., 2012; Konopka, 2013). De acuerdo con todo lo anterior, podemos llegar a la conclusión de que, en este caso hipotético planteado, una posible explicación del nacimiento de un niño con trastorno autista está en el uso del método de fertilización asistida ICSI.

8.0 Conclusiones

Revisamos algunos aspectos etiológicos del autismo, entre ellos, las alteraciones a nivel de la corteza cerebelar y en la homeostasis del Ca^{++} en asociación con enfermedades mitocondriales, y elaboramos predicciones sobre algunas de las supuestas alteraciones psíquicas que presenta un niño autista. Dichas alteraciones psíquicas justifican los síntomas capitales clásicos del autismo, mediante una teoría de la estructura y función psíquicas, con firmes bases neurobiológicas. Se considera el caso hipotético del nacimiento de un niño autista luego de la aplicación de la técnica ICSI de reproducción asistida, en la que podría estar involucrada la generación de una patología mitocondrial, por heteroplasmia de origen paterno (Ver Apéndice), en total acuerdo con lo encontrado por algunos investigadores.

APÉNDICE

FERTILIZACIÓN ASISTIDA MEDIANTE INYECCIÓN INTRACITOPLASMÁTICA DE ESPERMA (ICSI)

Desde el exitoso nacimiento de Louise Brown en 1978 la fertilización in vitro ha sido el método de última elección para tratar la infertilidad. Los resultados obtenidos mediante la técnica tradicional de fertilización in vitro, fueron inconsistentes en presencia de infertilidad debida a trastornos masculinos leves, pero muy pobres cuando el factor masculino era muy importante (azoospermia, oligozoospermia, astenozoospermia, etc.). Ante estos resultados, se comenzó a utilizar una nueva técnica de inseminación: la microinyección (Gardner & Simón, 2017). El primer embarazo, seguido de un nacido vivo, después de utilizar ICSI fue reportado por Palermo en 1992. Hay otras indicaciones para el uso de ICSI, cuando no está en juego el factor masculino, por ejemplo, falla previa de una fertilización in vitro, ovocitos inmaduros, etc. (Palermo, 2018).

Técnica (Palermo & Sills, 2018, p. 14)

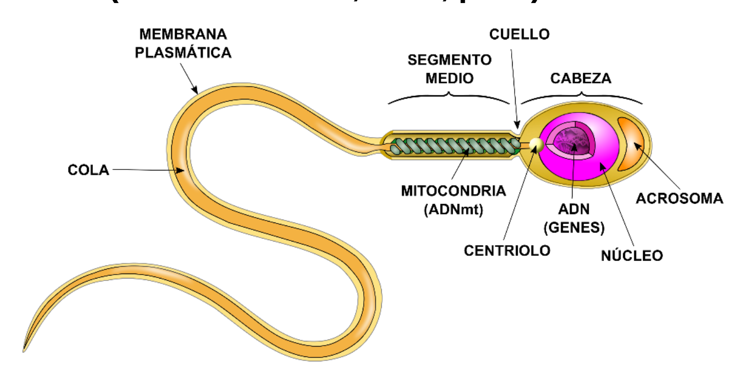


Figura 7 ESPERMATOZOIDE

El espermatozoide es la célula haploide (con 23 cromosomas) que constituye el gameto masculino. En la fecundación humana, es quien da el sexo al huevo o cigoto. Son células piriformes compuestas de tres partes: 1) Cabeza, 2) Segmento medio, y 3) El flagelo o cola, que le da su movilidad. A su vez, la cabeza contiene dos partes: el *acrosoma* formado por enzimas que favorecen la rotura de la de la *zona pelúcida* que rodea al óvulo, para lograr la fecundación. Y el *núcleo*, que contiene su carga genética en el ADN repartido en 23 genes. Una vez que el *acrosoma* abre la zona pelúcida del óvulo, el núcleo es la única parte del espermatozoide que penetra a su citoplasma para fusionarse con su núcleo y formar la célula diploide (con 46 cromosomas) que representa el cigoto.

En cuanto al *segmento medio* es una zona de 4 o 5 µm de longitud que posee una gran cantidad de mitocondrias (ADN mitocondrial), las que le dan la energía necesaria al *centriolo* para que mueva la cola y así pueda progresar por el cuello, el útero y las trompas de Falopio hasta llegar al óvulo para fecundarlo. (Jiménez & Merchant, 2003, p. 680)

La técnica ICSI, consta de las siguientes etapas:

1) Preparación de la placa ICSI: en ella se disponen nueve gotas del medio utilizado para la inyección, una central y ocho en forma radial, cubiertas por aceite de cultivo. Esta placa se almacena a 37ºC hasta su uso.
2) Carga de gametos: inmediatamente de la inyección de esperma se retira la gota central y se reemplaza por una suspensión diluida de esperma. En las otras gotas se colocan los ovocitos.
3) Inmovilización del esperma: se selecciona un solo espermatozoide de la gota de esperma del plato de ICSI (generalmente la gota central) y se aspira en la

punta de la pipeta de inyección después de inmovilizarlo, rompiendo la cola al empujarla con la pipeta de inyección contra el fondo de la cápsula de Petri. Si los intentos iniciales de inmovilización no tienen éxito, se repite hasta que la cola esté, claramente, retorcida y rota. [Es importante acotar que, dada la técnica descrita, es posible que ingrese al óvulo, además del núcleo, parte de las mitocondrias del segmento medio, aportando ADN extranuclear paterno e inclusive, la cola entera.]

4) Inyección espermática: una vez localizado el ovocito dentro de la gota, se lo mantiene en su lugar mediante una pipeta de retención, para ubicar el cuerpo polar. La pipeta de inyección se enfoca en el borde derecho en el plano ecuatorial de las 3 en punto. El espermatozoide se coloca cerca del bisel de la pipeta de inyección. Con ella se presiona en dirección a las 9 en punto hasta romper la membrana ovular. Luego se expulsa el espermatozoide (Figura 8).

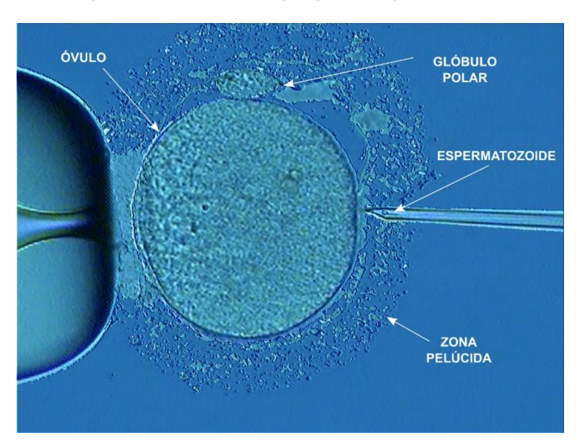


Figura 8 INYECCIÓN ESPERMÁTICA

Heteroplasmia

En la fertilización normal, las mitocondrias de origen espermático ocurren en una proporción de 1: 1000 con respecto a las mitocondrias del ovocito, lo que podría ser el resultado de un proceso de dilución (Ankel-Simons y Cummin, 1996). Esta suposición fue incorrecta ya que se demostró la incorporación de mitocondrias en el ooplasma de mamíferos durante la fertilización (Sutovsky et al., 1996). (Figura 9)

Autofagia

En la fertilización, las mitocondrias llevadas al citoplasma del ovocito por los espermatozoides se buscan y se destruyen, dejando solo las mitocondrias de los ovocitos para propagar su ADN mitocondrial a la descendencia. Este modo de herencia clonal, el paradigma de la "Eva mitocondrial" está mediado por un residente proteolítico (que degrada las proteínas) en el ovocito.

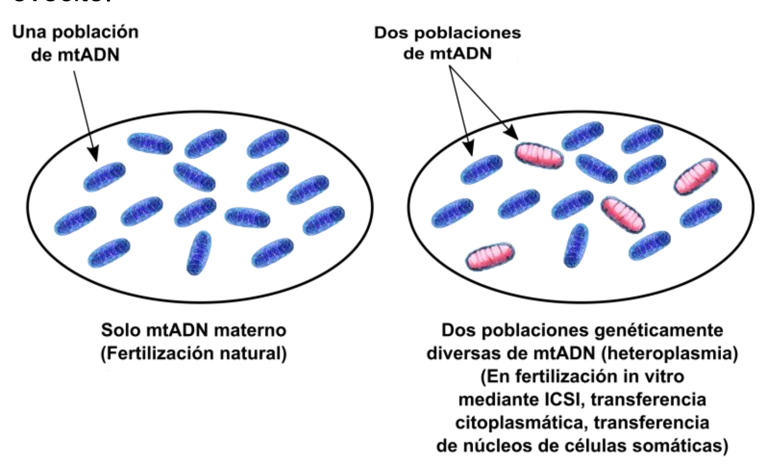


Figura 9 HETEROPLASMIA

La maquinaria para la degradación de proteínas y orgánulos se basa en la ubiquitinación (marcado de proteínas para su degradación) de las mitocondrias de los espermatozoides dentro del citoplasma del ovocito fertilizado, que produce autofagia.

Cuando una afortunada célula espermática se fusiona con el óvulo, entre 100 y 200 mitocondrias paternas ingresan al óvulo en el momento de la fertilización, que es ampliamente superada por las 100,000 mitocondrias derivadas de la madre.

En teoría, a medida que se produce la fertilización, las mitocondrias paternas deben ser destruidas. Tal vez, debido a una falla del mecanismo destructivo o, debido a que el esperma proviene de una punción testicular donde se toman formas inmaduras, la destrucción no se lleva a cabo.

Las mitocondrias dañan inadvertidamente su propio ADN a través de la producción de radicales libres de oxígeno y otros contaminantes metabólicos. Esto podría significar un problema si el gameto usa sus propias mitocondrias durante la fertilización, ya que podría dañar el genoma mitocondrial que debe pasar al cigoto (Bromham, L. et al. 2003).

REFERENCIAS

Allen, G. (2005). *The cerebellum in autism*. Clinical Neuropsychiatry, 2(6), pp. 321–337.

Babinská, K. et al. (2017). *What is the evidence of mitochondrial dysfunction in Autism spectrum disorders?* Activitas Nervosa Superior Rediviva, Volume 59, Nº 2.

Becker, E. B. E.; Stoodley, C. J. (2013). *Autism Spectrum Disorder and the Cerebellum. In "The Neurobiology of Autism"*. R. Adron Harris and Peter Jenner (Editors). Volume 113, Massachusetts, Elsevier Inc.

Bolduc, M. E., Du Plessis, A. J., Sullivan, N., Khwaja, O. S., Zhang, X., Barnes, K., et al. (2011). *Spectrum of neurodevelopmental disabilities in children with cerebellar malformations*. Developmental Medicine and Child Neurology, 53(5), pp. 409–416.

Bolduc, M. E., du Plessis, A. J., Sullivan, N., Guizard, N., Zhang, X., Robertson, R. L., et al. (2012). *Regional cerebellar volumes predict functional outcome in children with cerebellar malformations*. Cerebellum, 11(2), pp. 531–542.

Bromham, L.; et al. (2003) *Mitochondrial Steve: paternal inheritance of mitochondria in humans*. TRENDS in Ecology and Evolution, Vol. 18, Nº 1, pp. 1-3.

Chappa, H. J. (2003). *Distimia y otras depresiones crónicas. Tratamiento psicofarmacológico y cognitivo social* - Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana.

Chen, S. et al. (2015). *Elevated mitochondrial DNA copy number in peripheral blood cells is associated with childhood Autism*. BMC Psychiatry, 15:50.

Cummins, J. M. (2000). *Fertilization and elimination of the paternal mitochondrial genome.* Human Reproduction, Vol. 15, (Suppl. 2), pp. 92-101.
Danan, C. et al. (1999). *Evaluation of Parental Mitochondrial in Neonates Born after Intracytoplasmic Sperm Injection*. Am. J. Hum. Genet., 65, pp. 463-473.
Dhillon, S.; Hellings, J. A.; Butler, M. G. (2011). *Genetics and Mitochondrial Abnormalities in Autism Spectrum Disorders: A Review*. Current Genomics, 12, pp. 322-332.
Gardner, D. K.; Simón, C. (2017). *Handbook of In Vitro Fertilization*. New York, CRC Press.
Griffiths, K. K.; Levy, R. J. (2017). *Evidence of Mitochondrial Dysfunction in Autism: Biochemical Links, Genetic-Based Associations, and Non-Energy-Related Mechanisms*. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, Volume 2017, Article ID 4314025, 12 pages.
Jiménez, L. F.; Merchant, H. (2003). *Biología celular y molecular*. México, Pearson Educación.
Konopka, G. (2013). *The Neurobiology of Autism: Integrating Genetics, Brain Development, Behavior, and the Environment*. International Review of Neurobiology, Volume 113, Massachusetts, Elsevier Inc.
Liu, L. et al. (2017*). Association between Assisted reproductive technology and the risk of Autism spectrum disorders in the offspring: a meta-analysis*. Scientific Reports, 7, Article number: 46207.
Lyall, K. et al. (2013). *Infertility and Its Treatments in Association with Autism Spectrum Disorders: A Review and Results from the CHARGE Study*. Int. J. Environ. Res. Public Health, 10, pp. 3715-3734.
Maloney, S. E. et al. (2013). *Identifying Essential Cell Types and Circuits in Autism Spectrum Disorders*. En The Neurobiology of Autism, Editores: R. Adron Harris & Peter Jenner, pp. 61-96.

Palermo, G.; Joris, H.; Devroey, P.; Van Steirteghem, A.C. (1992). *Pregnancies after intracytoplasmic injection of single spermatozoon into an oocyte*. Lancet, 340(8810), pp. 17–8.
Palermo, G. D.; Sills, E. S. (2018). *Intracytoplasmic Sperm Injection. Indications, Techniques and Applications*. New York, Springer.
Palmen, S. J. M. C. (2004). *Neuropathological findings in autism*. Brain, 127(12), pp. 2572–2583.
Palmieri, L.; Persico, A. M. (2010). *Mitochondrial dysfunction in Autism spectrum disorders: Cause or effect?* Biochimica et Biophysica Acta 1797, pp. 1130-1137.
Punamäki, R-L. et al. (2016). *Mental health and Developmental outcomes for children born after ART: a comparative prospective study on child gender and treatment type*. Human Reproduction, Vol. 31, Nº I, pp. 100-107.
Riva, D., & Giorgi, C. (2000). *The cerebellum contributes to higher functions during development: Evidence from a series of children surgically treated for posterior fossa tumours*. Brain, 123(Pt. 5), pp. 1051–1061.
Rogers, T. D.; Dickson, P. E.; McKimm, E.; Heck, D. H., Goldowitz, D.; Blaha, C. D. et al. (2013). *Reorganization of circuits underlying cerebellar modulation of prefrontal cortical dopamine in mouse models of autism spectrum disorder*. Cerebellum, 12(4), 547–556.
Salatino, D. R. (2012). *Aspectos psico-bio-socioculturales del lenguaje natural humano. Introducción a la teoría psíquica del lenguaje* - Mendoza, Argentina - Desktop Publishing, Amazon, ISBN: 978-987-33-2379-9.

Salatino, D. R. (2013). *Psiquis – Estructura y función* – Mendoza, Argentina – Autoedición. ISBN: 978-987-33-3808-3.
Salatino, D. R. (2016). *Procesos Cognitivos. Fundamentos Neurofisiológicos. Una teoría del funcionamiento psíquico* – Mendoza – Argentina, Autoedición – ISBN: 978-987-42-2038-7.
Sandin, S. et al. (2013). *Autism and Mental Retardation Among Offspring Born After In Vitro Fertilization*. JAMA, 310(1), pp. 75-84.
Siddiqui, M. F.; Elwell, C.; Johnson, M. H. (2016). *Mitochondrial Dysfunction in Autism Spectrum Disorders*. Autism Open Access, 6(5). doi:10.4172/2165-7890.1000190.
Stoodley, C. J., MacMore, J., Makris, N., Sherman, J. C., & Schmahmann, J. D. (2012). *Preliminary voxel-based lesion-symptom mapping in cerebellar stroke patients: Motor vs. cognitive outcomes*. In: Paper presented at the Society for Neuroscience Annual Meeting, New Orleans, LA.
Tavano, A., Grasso, R., Gagliardi, C., Triulzi, F., Bresolin, N., Fabbro, F., et al. (2007). *Disorders of cognitive and affective development in cerebellar malformations*. Brain, 130, pp. 2646–2660.

6. LA NEURONA COMO UN PAU ELÉCTRICO

Dante Roberto Salatino[31] - Alfredo Ernesto Puglesi[32]

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es mostrar que es posible describir, en forma aproximada, el funcionamiento de una neurona si se la define desde el punto de vista eléctrico.

Para crear las neuronas que conforman las redes neuronales artificiales se utilizó como recurso el *deus ex machina*. Esto es, se buscó un elemento externo para resolver el problema desconociendo su lógica interna.

Llinás (1988) demostró que una neurona en los mamíferos no es solo esa 'célula ideal' que ayudaron a desentrañar todos los investigadores anteriores, sino que, además, representa un elemento dinámico que posee una amplia gama de propiedades electrofisiológicas que le permiten manejar diferentes conductancias iónicas, ya sea dependientes de un nivel de voltaje determinado, o de alguna molécula que las active.

Entre las propiedades electrofisiológicas de las neuronas del SNC, Llinás destaca su actividad espontánea, la cual está estrechamente ligada a las conductancias iónicas activadas por voltaje, en particular, la conocida como de bajo umbral de Ca^{++} identificada inicialmente en las células de la oliva inferior (OI). Así, las neuronas se convierten en verdaderos osciladores o resonadores unicelulares. La autoritmicidad que faculta el Ca^{++} y otros iones hace que una célula nerviosa pueda responder a ciertas frecuencias.

En función de una teoría del funcionamiento neuropsíquico (Salatino, 2013) es que se describen y fundamentan desde el punto de vista eléctrico, cada una de las partes que conforman una neurona. Es decir: 1) *Dendritas* como un circuito RC que actúa como receptor (o sintonizador); 2) *Soma* como un circuito RL que por un fenómeno de autoinducción justifica la

---

[31] Instituto de Filosofía – FFL – UNCuyo.
[32] Facultad de Ingeniería – UNCuyo.

generación del “potencial de acción”; 3) *Complejo dendrita-soma* como un circuito RLC que actúa como un resonador, generando frecuencias determinadas; y 4) *Complejo axón-sinapsis* como un circuito RM (resistor-memristor) que permite “recordar” una frecuencia en particular.

Lo anterior, permite ver a la neurona como un integrador de los elementos eléctricos pasivos (que disipan o almacenan energía) de dos terminales, que, según la teoría clásica de circuitos, son tres: el condensador, el resistor y el inductor. Se incluye un cuarto elemento básico: el memristor, cuyo funcionamiento solo es posible detectarlo en la nanoescala. Las cuatro variables fundamentales que definen los elementos citados son: a) tensión eléctrica, b) corriente eléctrica, c) carga eléctrica y d) flujo magnético. Con ellas se conformaron distintos PAUs que permitieron, mediante la Lógica Transcursiva, simular el funcionamiento eléctrico de una neurona. Este funcionamiento fue corroborado mediante simuladores industriales de circuitos eléctricos.

Palabras clave: neurofisiología, teoría eléctrica, funcionamiento psíquico, Lógica Transcursiva.

1. Introducción

Para crear las neuronas que conforman las redes neuronales artificiales se utilizó como recurso el *deus ex machina*. Esto es, se buscó un elemento externo para resolver el problema desconociendo su lógica interna.

Es posible describir, en forma aproximada, el funcionamiento de una neurona si se la define desde el punto de vista eléctrico.

Desde finales del siglo XVIII se conoce la existencia de corriente animal, a través de los experimentos de Galvani (1797). A mediados del siglo XIX, Matteuci (1844) describe la ‘corriente de lesión o muscular’. Helmholtz (1854) calculó la velocidad de propagación de la señal excitatoria en un preparado neuro-muscular. En

la misma época, Du Bois-Reymond (1849), descubrió el 'potencial de acción' de un nervio, mediante su estimulación eléctrica, y fue Bernstein (1868) quien determinó su velocidad de propagación y propuso que la célula viva estaba rodeada de una membrana celular ligeramente permeable a los iones y que el interior estaba lleno de un electrolito en donde los iones se movían libremente.

Comenzado el siglo XX, muchos fueron los aportes que precisaron las características eléctricas, tanto del nervio como de la membrana celular. Walther Nernst (1907) propuso que tanto la membrana celular del nervio como la del músculo se encontraban polarizadas debido a su permeabilidad selectiva al potasio. Así logró explicar el 'potencial de reposo' como consecuencia de una permeabilidad selectiva entre cationes y aniones.

Las medidas intracelulares realizadas por Hodgkin y Huxley (1952) condujeron a determinar las ecuaciones diferenciales que explicaban el mecanismo de conductancias iónicas productor del potencial de acción y del comportamiento del nervio como un cable conductor de electricidad. Por estos resultados, fueron merecedores del Premio Nobel de Medicina en 1963.

Llinás (1988) demostró que una neurona en los mamíferos no es solo esa 'célula ideal' que ayudaron a desentrañar todos los investigadores anteriores, sino que, además, representa un elemento dinámico que posee una amplia gama de propiedades electrofisiológicas que le permiten manejar diferentes conductancias iónicas, ya sea dependientes de un nivel de voltaje determinado, o de alguna molécula que las active.

Entre las propiedades electrofisiológicas de las neuronas del SNC, Llinás destaca su actividad espontánea, la cual está estrechamente ligada a las conductancias iónicas activadas por voltaje, en particular, la conocida como de bajo umbral de Ca^{++} identificada inicialmente en las células de la oliva inferior (OI).

La actividad espontánea mencionada tiene una particularidad, y es que se inactiva durante el potencial de reposo, y se vuelve a activar durante la hiperpolarización de la membrana. Esto último es un comportamiento que parece paradójico, pues contradice el 'dogma neurobiológico' que establece que la despolarización de la membrana desde el potencial de reposo incrementa la excitabilidad, mientras que la hiperpolarización, la disminuye. Obviamente, lo dogmático es una sobre simplificación, ya que en la OI, una despolarización subumbral puede producir un potencial de acción superpuesto a despolarizaciones o hiperpolarizaciones. Este fenómeno autoriza a considerar a las neuronas del SNC como verdaderos osciladores o resonadores unicelulares.

La conductancia del Ca^{++} como la de otros iones se organiza de tal manera que le permiten la autoritmicidad a una célula nerviosa. Además, como la dinámica de estas conductancias, en algunas células, responde a cierta(s) frecuencia(s), pueden ser consideradas como resonadores. El mejor ejemplo de esto lo constituyen, nuevamente, las células de la OI que tienden a responder a frecuencias que son directamente moduladas por sus propiedades eléctricas intrínsecas.

2. Una teoría del funcionamiento neuropsíquico

Antes de describir una neurona desde el punto de vista eléctrico, haremos un resumen de una teoría sobre la

estructura y función psíquicas ya elaborada (Salatino, 2013), bajo cuyos principios deberá funcionar dicha neurona. Según esta teoría todo lo que afecta desde el exterior a nuestro cerebro, como estímulo, lo hace en forma de ondas que tienen un determinado rango de frecuencias. Por lo tanto, el sistema nervioso central (SNC) debería poder medir la frecuencia de la onda de entrada y así certificar que se ha percibido algo. Pero, además, según sea la frecuencia, nos dirá a qué parte de la realidad subjetiva (la del sujeto que percibe - Salatino, 2009) pertenece. Es decir, si lo que acaba de ingresar está en relación con la realidad biológica (estímulos procedentes del cuerpo). Con la realidad psíquica (estímulos que vienen del entorno inmediato del sujeto). O con la realidad sociocultural (estímulos originados en la relación con los otros).

Debemos tener en cuenta que hay un sector específico del cerebro, producto de la evolución filogenética del SNC, para dar respuesta a cada una de estas instancias (Salatino, 2012, p. 82). (Figura 1)

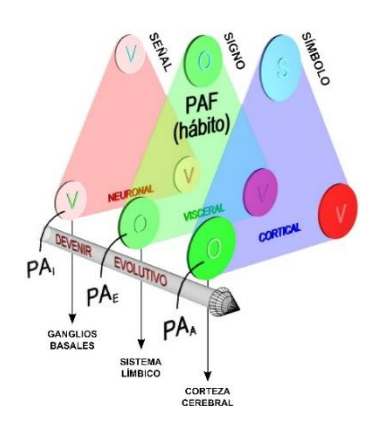


Figura 1 DISTRIBUCIÓN FILOGENÉTICA DEL SNC

Referencias: entradas: señal, signo, símbolo - salidas: PA_I: respuesta innata - PA_E: respuesta modificable por la experiencia - PA_A: respuesta aprendida (Salatino, 2009)

La Figura 1 muestra de una manera sintética la integración evolutiva que se da en el SNC humano. En el esquema podemos ver la concurrencia de tres cerebros. El 'cerebro neuronal', el más antiguo, que asienta en los *ganglios basales*, en donde el elemento percibido es la pura transformación o cambio a través de una 'señal'. El 'cerebro visceral' que radica en el *sistema límbico*, en donde se perciben 'objetos' mediante un 'signo', o sea, aquello que indica la relación entre dos objetos por medio de un cambio. Por último, el 'cerebro cortical', el más nuevo evolutivamente hablando, que desde la *corteza cerebral* tiene la capacidad de detectar 'sujetos' con la ayuda de un 'símbolo', esto es, lo que deja constancia de la relación entre un sujeto y un objeto gracias a un cambio o transformación. El esquema anterior también nos dice sobre las salidas (la respuesta) proyectada por cada uno de estos 'cerebros'. Aunque, antes de producir una salida, debe ser elaborada. La elaboración de las respuestas, de igual forma, está directamente relacionada con la frecuencia. La teoría antes planteada nos dice que hay un mecanismo selector de cada uno de los cerebros descritos, para 'tomar los datos' que han ingresado y así proceder a elaborar una respuesta y 'registrarla' antes de proyectarla. Ese mecanismo se ve en la Figura 2.

La *dopamina* es un neurotransmisor que está involucrado en todas las respuestas del SNC. Desde las zonas productoras de dopamina, en la base del cerebro, se distribuye a los núcleos y zonas de sustancia gris de los 'distintos cerebros' para coordinar una respuesta específica, registrarla y determinar hacia qué "parte de la

realidad” hay que proyectarla. Estas respuestas, como lo indica la Figura 1, pueden ser *innatas* si se dirigen a la biología, *modificables* con la experiencia si el destino es el entorno inmediato, o directamente *aprendidas* si el objetivo de la proyección es el ámbito sociocultural.

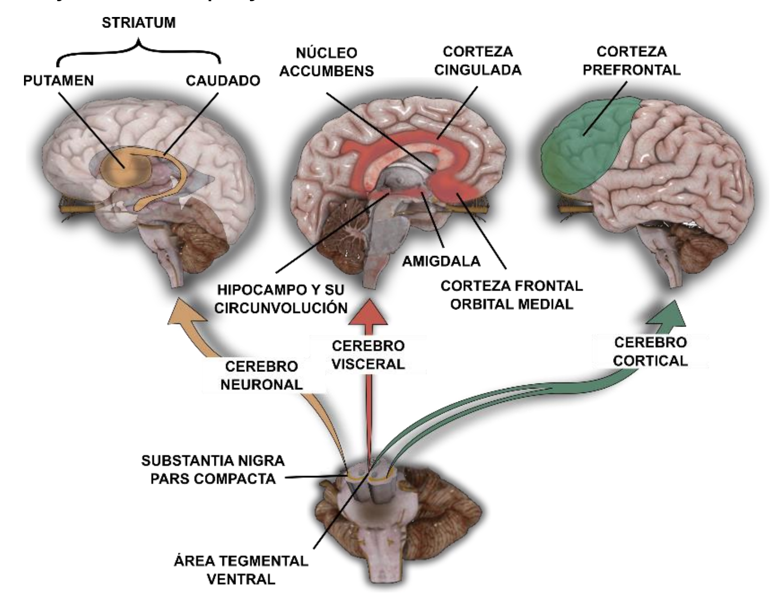


Figura 2 SISTEMA DOPAMINÉRGICO

3. La neurona desde el punto de vista eléctrico

Luego de revisar las tareas que deben cumplir las neuronas y cómo deben hacerlas, con el objeto de emular someramente estos procesos es que presentamos un ‘modelo eléctrico’ de una neurona genérica, y lo hacemos desde la Lógica Transcursiva (LT) (Salatino, 2017). (Figura 3)

La LT constituirá una guía práctica de cómo observar la dinámica de este sistema de transformaciones. Algo

similar a un ‘espacio de fase’ de 4 dimensiones (4 variables). Al ubicar las 4 variables fundamentales que pueden definir dinámicamente el sistema (3 aparentes o conocidas y 1 oculta o desconocida), a través de un PAU (Patrón Autónomo Universal), se abre un nuevo panorama en esta porción de la realidad que estamos analizando y que hasta el momento del análisis era ignorado.

Como cualquier guía, la LT ‘simplifica’ la realidad para enfatizar ciertos aspectos. Por ejemplo, que siempre es posible determinar una ‘trayectoria’ en este ‘espacio de fase’ que es cíclica y limítrofe, tanto de lo aparente como de lo que no se aprecia a simple vista. En el caso que nos ocupa, como veremos, es lo que ocurre con la inclusión en un circuito clásico, de un *memristor*. Lo anterior asegura que se cumpla la ley fundamental para que los principios de la LT puedan ser aplicados. Esto es, que esas 4 variables fundamentales, este PAU, forme una estructura algebraica llamada *grupo*. Así se confirma que el ‘sistema simplificado’ cumple con las imprescindibles leyes de simetría que demuestran la conservación y la invariancia de sus relaciones ante cualquier posible variación impulsada por una transformación, como ocurre en la realidad objetiva. En pocas palabras, nos aseguramos de que exista una correspondencia, en lo fundamental, entre la realidad analizada y el modelo propuesto.

Con el esquema siguiente se ha pretendido representar, a modo de un circuito eléctrico, los distintos componentes de una neurona natural. Así, el nivel superficial del PAU (Ibídem, p. 87) (triángulo verde o aparente) representa el punto de entrada del impulso eléctrico (dendritas). El nivel profundo del PAU (triángulo azul u oculto) equivale al cuerpo neuronal (soma).

Mientras que la ‘conexión teórica’ entre los extremos de ambos niveles, ocupa el lugar del cilindro eje o axón, que es por donde se transmite el ‘potencial de acción’ hacia el punto de salida: la *sinapsis*. La *sinapsis* representa el punto de unión entre neuronas y es por donde una neurona se comunica con las dendritas de otra(s) neurona(s).

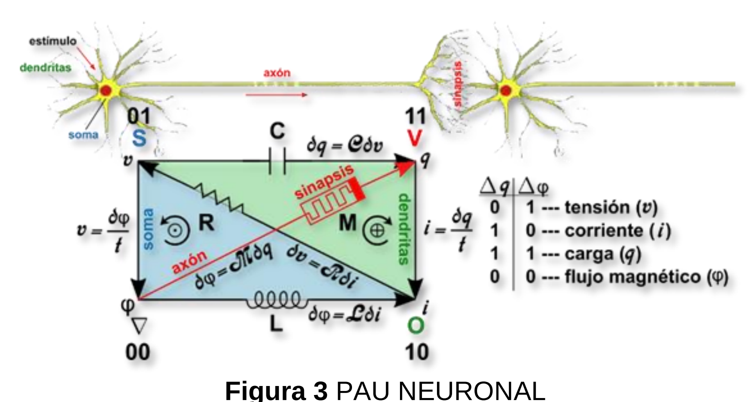


Figura 3 PAU NEURONAL

Referencias: C: capacitancia – R: resistencia

L: Inductancia - M: memristancia - Δ: variación - S: sujeto – O: objeto - V: transformación aparente - ∇: transformación oculta

$\oplus$: XOR - $\odot$: XNOR

Desde lo estrictamente eléctrico, la neurona puede ser vista como un integrador de los elementos eléctricos pasivos (que disipan o almacenan energía) de dos terminales. Según la teoría clásica de circuitos, existen tres elementos básicos: el *condensador* o *capacitor*, la *resistencia* o *resistor* y el *inductor*. En 1971, el Profesor León Chua de la Universidad de Berkeley, predijo la existencia de un cuarto elemento básico que llamó *memristor*. Este elemento fue definido inicialmente como una entidad matemática, ya que habitualmente funciona ‘oculto’ porque sus propiedades únicas solo se ponen de

manifiesto en la nanoescala. (Vourkas & Sirakoulis, 2016, p. xii)

Existen, a su vez, cuatro variables fundamentales que definen los elementos citados. Estas variables son: $\boldsymbol{v}$ (tensión eléctrica), $\boldsymbol{i}$ (corriente eléctrica), $\boldsymbol{q}$ (carga eléctrica), y $\boldsymbol{\varphi}$ (flujo magnético). Luego, para los elementos de dos terminales se tiene que la relación entre $\boldsymbol{v}$ e $\boldsymbol{i}$ define el *resistor* como $\boldsymbol{dv = Rdi}$. La relación entre $\boldsymbol{q}$ y $\boldsymbol{v}$ define el *capacitor* como $\boldsymbol{dq = Cdv}$. La relación entre $\boldsymbol{\varphi}$ e $\boldsymbol{i}$ define el *inductor* como $\boldsymbol{d\varphi = Ldi}$. Por último, Chua indicó que la relación entre $\boldsymbol{q}$ y $\boldsymbol{\varphi}$ definía el *memristor* como $\boldsymbol{d\varphi = Mdq}$. (Radwan & Fouda, 2015, p. 153)

Como vemos en la Figura 3, a cada variable le hemos asignado un código binario que responde a la tabla de asignaciones adjunta. Este código permite vislumbrar el origen de estas variables. La *tensión* ($\boldsymbol{v}$) surge de una variación del flujo magnético ($\Delta\varphi$), mientras que la *corriente* ($\boldsymbol{i}$) lo hace de una variación de carga eléctrica ($\Delta \boldsymbol{q}$). La *carga* ($\boldsymbol{q}$) surge de una 'composición' de $\boldsymbol{v}$ e $\boldsymbol{i}$, mientras que el *flujo magnético* (φ) no depende de ninguna de las dos variables anteriores.

Finalmente, la superposición en el esquema de los elementos fundamentales que definen un PAU (Patrón Autónomo Universal), es decir, el sujeto (S) o el observador, el objeto (O) o lo observado, la transformación aparente (V) o la elaboración de la entrada, y la transformación oculta (∇) o la proyección de la salida, tiene como propósito remarcar el enfoque de este sistema desde la LT.

4. Procesamiento de la actividad eléctrica

Vamos a analizar cómo es que una neurona, al recibir un impulso (estímulo) externo, genera un 'potencial de acción' como respuesta, aunque lo haremos exclusivamente, desde el punto de vista eléctrico y no neurobiológico. Solo como un ejercicio analítico, descompondremos este proceso en distintas etapas según el componente neuronal natural involucrado y lo haremos corresponder con el respectivo aspecto estructural o funcional del PAU.

4.1. Dendritas – Nivel superficial

En la neurona natural, las dendritas son el lugar predilecto por donde ingresan los estímulos externos, aunque aquí, por una cuestión de simplicidad, consideraremos solo una de ellas.

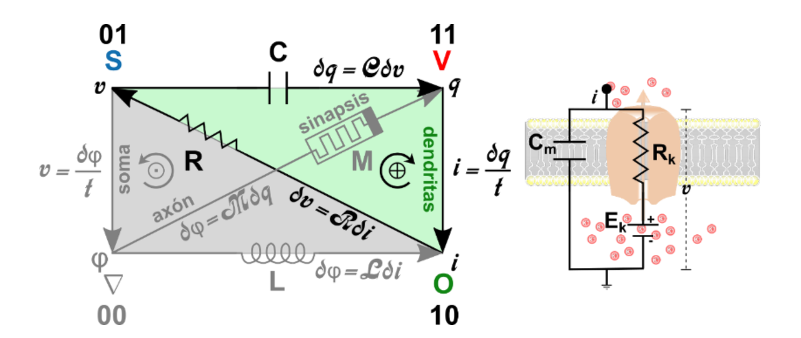


Figura 4 CIRCUITO ELÉCTRICO DE LAS DENDRITAS

Toda neurona tiene un 'potencial de reposo', generado por la diferencia activa de concentración iónica a ambos lados de su membrana celular. Cuando se genera una señal eléctrica en parte de una neurona, por ejemplo, en respuesta a una entrada sináptica por una dendrita, el potencial de membrana cambia. La tasa de cambio de

este potencial y, por ende, la generación de un ‘potencial de acción’ o impulso eléctrico que viaja a lo largo de la membrana celular, depende de las propiedades eléctricas pasivas de las neuronas. De estas propiedades, destacaremos dos: la capacitancia y la resistencia de la membrana.

La Figura 4 muestra un circuito equivalente de la membrana celular que consta de una resistencia que representa un único canal de potasio (R_k), una batería que indica mediante el flujo hacia fuera del K^+ dónde se origina el ‘potencial de reposo’ (E_k), y un capacitor constituido por la bicapa lipídica de la membrana (C_m).

De acuerdo con lo anterior, la mejor manera de representar una membrana con canales iónicos es un circuito RC (compuesto por una resistencia (R) y un condensador (C)), como el que muestra la figura anterior, ocupando el nivel superficial del PAU. Este tipo de circuito puede usarse para filtrar ciertas frecuencias y dejar pasar otras. Según la teoría presentada, esta parte de la neurona podría representar parte del ‘aparato perceptivo’ al tener la capacidad de variar el rango de frecuencias que puede captar.

4.2. Soma – Nivel profundo

Los Neurocientíficos Computacionales consideran que una neurona dispara un potencial de acción cuando se activan simultáneamente un número suficiente grande de sinapsis excitatoras. Esta sobre simplificación de las condiciones en que se da un disparo neuronal (*deux ex machina*) ha generado una gran cantidad de formalismos matemáticos, como los que le sirvieron a McCulloch & Pitts para crear la primera neurona artificial, con capacidad para operar con la lógica de Boole, el fundamento de los circuitos electrónicos digitales.

(Kandel, 2013, p. 1583) Los potenciales sinápticos y los potenciales de acción involucran una dinámica mucho más compleja que la descrita anteriormente, ya sea para su producción como para su inhibición. (Figura 5)

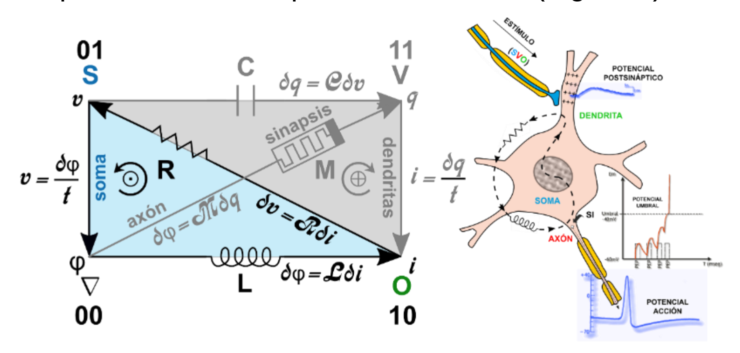


Figura 5 CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SOMA

La membrana de la neurona postsináptica es la fuente de la corriente sináptica, que se genera con la llegada de estímulos (SVO) a las dendritas como vimos en el punto anterior, y que puede producir una acción excitatoria o inhibitoria. En la Figura 5 se muestra una sinapsis excitatoria.

La liberación de neurotransmisores excitatorios cambia la permeabilidad iónica de la membrana postsináptica y produce un 'potencial postsináptico' de larga duración, pero de bajo voltaje, aunque de carácter aditivo. En última instancia, para que se produzca un 'potencial de acción' debe llegar un potencial despolarizante al 'segmento inicial' (**SI** en la figura) del axón que supere el 'potencial umbral'. La integración en la neurona postsináptica, en este caso, de señales que la despolarizan se llama 'sumación'. Es decir, los pequeños potenciales postsinápticos se van acumulando mediante un 'ciclado' de la corriente entre la dendrita de entrada

(representada por una resistencia) y el **SI**, (representado por un inductor) hasta que se alcanza el ‘potencial umbral’, momento en el cual se dispara un ‘potencial de acción’. (Randall et al., 1997, p. 215)

Vemos en la Figura 5 un equivalente eléctrico del mecanismo antes descrito. El circuito que cumple, aproximadamente, con el mecanismo anterior es el RL (formado por una resistencia (R) y un inductor (L)). El sentido de circulación de la corriente en el circuito del nivel profundo es inverso (levógiro) respecto del que tenía el nivel superficial (dextrógiro). Este cambio de dirección (sentido horario → sentido antihorario) queda justificado en la Figura 6.

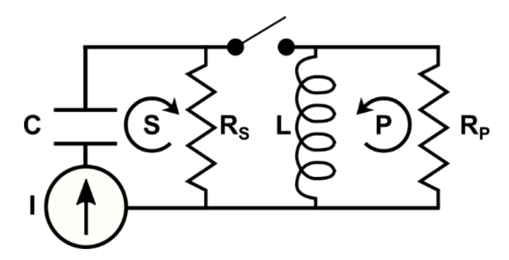


Figura 6 CIRCUITOS PARALELOS

El esquema anterior representa los dos niveles del PAU transformados en circuitos paralelos, en donde, el nivel superficial (S) representa la fuente de corriente (I) que circula en sentido horario por el capacitor (C) y el inductor (L). Al abrir el interruptor, la corriente fluye en el mismo sentido por la resistencia superficial (R_S) como consecuencia de lo almacenado en el capacitor (C). Mientras que circula en sentido opuesto por la resistencia (R_P) del circuito que representa el nivel profundo (P), como producto de lo almacenado en el inductor (L). (Figura 7)

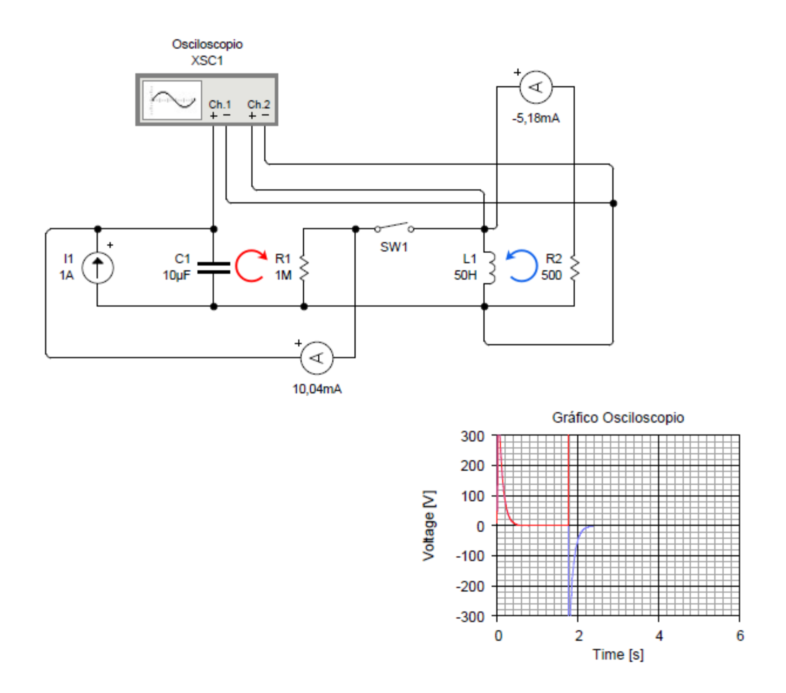


Figura 7 Simulación con Live Wire[33]

En los circuitos RL se da un fenómeno de *autoinducción* o *inductancia*, que responde a la propiedad que tiene el circuito de oponerse a las variaciones de intensidad de la corriente. Este fenómeno es el responsable del retraso de la corriente (***i***) con respecto a la tensión (***v***) aplicada, y por tanto, de que transcurra un determinado tiempo hasta alcanzar su nivel máximo (equivalente al tiempo que necesita la neurona para alcanzar el 'potencial umbral'). La propiedad inductiva se manifiesta por la creación o inducción, de una tensión (v_{ind}) opuesta cuyo valor cambia (aumento ≅ sumación) instante a instante.

[33] Copyright © New Wave Concepts Limited.

La tensión inducida (v_{ind}) es directamente proporcional al régimen de variación de los cortes de flujo. Será máxima y se opondrá con un valor casi igual a la tensión aplicada cuando se alcanza un nivel nulo de corriente y tensión externa. Esto último equivale, en la neurona, a haber alcanzado el ‘potencial umbral’ y disparado un ‘potencial de acción’. Cuando la corriente es constante no existe tensión inducida. (Siskind, 1972, p. 216)

4.3 Complejo dendrita-soma

Cuando cerramos el interruptor del circuito que representa los dos niveles del PAU (Figura 8) se transforma en un circuito resonante.

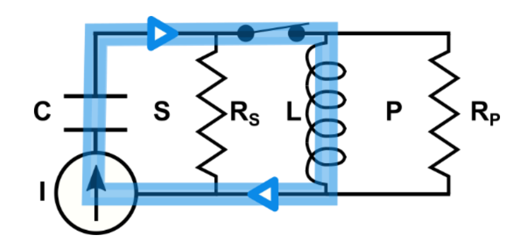
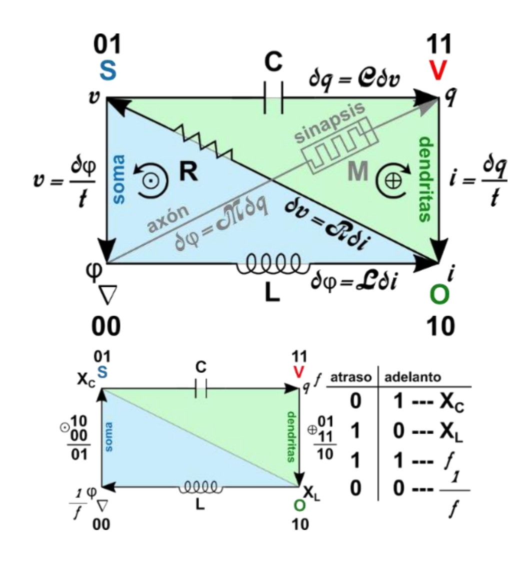


Figura 8 CIRCUITO RESONANTE
Referencias: I: corriente - C: capacitor - L: inductor
RS: resistencia superficial - RP: resistencia profunda
S: nivel superficial - P: nivel profundo

El circuito anterior es un RLC (compuesto por resistencias, inductor y capacitor) en paralelo, al que si se le aplica una corriente alterna puede entrar en *resonancia* cuando la corriente total (***i***) está en fase con la tensión aplicada (***v***). En esas condiciones, la

reactancia[34] resultante es nula. Dos propiedades fundamentales de la reactancia inductiva (X_L) y de la reactancia capacitiva (X_C) posibilitan la resonancia: a) son opuestas, ya que atrasan o adelantan la corriente en 90º, respectivamente, y b) su comportamiento opuesto frente a la frecuencia: directamente proporcional e inversamente proporcional, respectivamente. (*Ibídem*, p.356)

En el caso de la neurona hipotética que estamos considerando, cuando la analizamos como un PAU completo, en realidad se comporta como un circuito RLC en serie por donde circula una corriente alterna. (Figura



9)

[34] La *reactancia* es la oposición que genera el paso de la corriente alterna, ya sea por inductores o capacitores. La *reactancia* junto a la *resistencia* da lugar a la *impedancia* de un circuito, que es la magnitud que determina la vinculación entre tensión e intensidad de la corriente.

Figura 9 NEURONA COMO CIRCUITO RESONANTE
Referencias: C: condensador - L: inductor - X_C: reactancia capacitiva - X_L: reactancia inductiva - q: carga - φ: flujo magnético - f: frecuencia - ⊕: XOR - ⊙: XNOR

La *resonancia* de un circuito en serie es independiente de la resistencia, es decir, es como si la resistencia del circuito RLC no existiera. Solo es función de los valores de inductancia y capacidad, o lo que es lo mismo, del flujo magnético (***φ***) y de la carga (***q***). Por esta razón, se elaboró el esquema inferior en la figura anterior. Allí, está todo planteado para alcanzar la *resonancia*, mediante la variación de la impedancia (reactancia + resistencia) del circuito. Hay tres formas de lograr lo anterior: 1) variando la frecuencia, 2) variando la inductancia, o 3) variando la capacitancia. Se supone, que si la resistencia es estable, el circuito entrará en *resonancia* si: a) para una frecuencia (f) particular, la inductancia (L) y la conductancia (C) son fijas; b) para un valor particular de L, f y C son fijas; o c) para un valor particular de C si f y L son fijas. (*Ibídem*, p. 358). Todas estas posibilidades pueden deducirse de la tabla adjunta al esquema, mediante las operaciones respectivas (⊕ y ⊙) entre los elementos de este *grupo* que constituye un PAU.

En el caso particular que estamos analizando, se ha constituido un tipo especial de PAU, que se denomina ‘cíclico’. En este arreglo elemental, la dinámica de ambos niveles (superficial/profundo) se activa mediante una sola operación (transformación) o por medio de ambas operaciones simples al mismo tiempo. Esta forma de proyectar las transformaciones hace que, de alguna manera, se rompa con la ‘regla de oro’ de la LT, cual es: ‘El nivel profundo de un PAU cicla en sentido contrario al

nivel superficial'. Aquí, el nivel profundo es 'arrastrado' por el nivel superficial con lo cual se conforma un solo ciclo (dextrógiro o levógiro, en forma alternativa) que define correctamente las transformaciones presentes en el sistema analizado. Esta alternancia no es otra cosa que el fenómeno de resonancia, que hace ciclar al sistema a una frecuencia determinada (modulación de frecuencia), y con una adecuación de su fase (modulación de fase). Estas características permitirían a la neurona precisar (sintonizar) el sistema (biológico, psíquico o sociocultural) para el que tiene que preparar la respuesta y hacerlo en forma correcta según la experiencia adquirida, o aprender una nueva forma de responder.

4.4. Complejo axón-sinapsis – Plasticidad – PAU 'bicíclico'

La forma activa de conducir el 'potencial de acción' generado en el segmento inicial (**SI**) a lo largo del axón, a veces a gran distancia, es mediante los canales iónicos activados por voltaje. Estos canales (de Na^+ y de K^+) se abren y cierran con una precisión temporal tal, que son capaces de revertir, transitoriamente, el 'potencial de membrana' (despolarización) que viaja por el axón a una velocidad de 120 m/s. La propagación electrotónica (pasiva) longitudinal depende de las propiedades de 'cable' del axón, o sea, una sucesión de circuitos RC en paralelo. (Randall et al., 1997, p. 167)

Cuando la despolarización llega a la sinapsis, se produce una serie compleja de modificaciones (que no detallaremos) que permiten una modificación de la excitabilidad de la membrana postsináptica, asegurando la conducción del estímulo.

La sinapsis química tal como la hemos considerado forma un sistema bipartito en donde la señal se transmite entre las células pre y postsináptica. En la primera década de este siglo se descubrió un parámetro adicional que debe ser tenido en cuenta en la función sináptica. Este componente es la astroglia, (tejido formado por astrocitos, la célula glial[35] principal y más abundante), participando en el control del microambiente neuronal. (Hipótesis de la 'sinapsis tripartita') (Pickel & Segal, 2014, p. 379)

Otro aspecto que se ha puesto en evidencia recientemente, como regulador de la función y plasticidad neuronal es el papel que cumple la matriz extracelular circundante, surgiendo la hipótesis de la 'sinapsis cuadripartita' (Dityatev & Rusakov, 2011) (Figura 10).

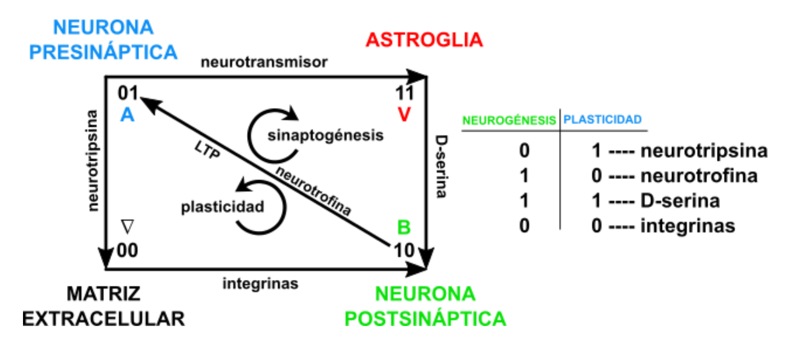


Figura 10 PAU SINAPSIS CUADRIPARTITA

La neurona presináptica, según el esquema anterior, es la que libera el neurotransmisor. La mayoría de la información en el cerebro se procesa a través de

[35] Las células gliales desempeñan, principalmente, la función de soporte de las neuronas (Nota del Autor).

sinapsis glutamatérgicas excitatorias. La neurona presináptica es quien libera el *glutamato* (neurotransmisor). Otra de sus actividades tiene que ver con la liberación de *neurotripsina*, por medio de la cual controla la 'Matriz Extracelular' (MEC). La *neurotripsina* determina la producción de *agrina* por parte de la MEC que propicia, por un lado, el desarrollo y mantenimiento de la unión neuromuscular. Pero por otro, uno de los productos de degradación de la *agrina*, desencadena la formación de 'filopodios dendríticos'[36] que promueven la formación de nuevas sinapsis.

Se acepta que la Potenciación de Largo Plazo (LTP por su sigla en inglés), involucrada en la plasticidad neuronal, en el mecanismo de la memoria y el aprendizaje, se expresa a nivel de la neurona postsináptica (como en el Hipocampo). Pero puede depender de otros mecanismos que controlan y modulan la liberación de neurotransmisores. Son ejemplos de LTP independiente presináptica, la que se origina en las fibras paralelas cerebelares y la LTP de los terminales córticotalámicos (Pickel & Segal, 2014, p. 72) Esta intensificación en la transmisión de señales entre neuronas puede durar de minutos a varios meses.

La 'astroglia' interviene en la regulación y absorción del glutamato liberado por la neurona presináptica. Además, libera un coagonista (D-serina) de los receptores de glutamato (NMDA), que permite regular, remotamente, la activación de estos receptores, lo que induce LTP.

La Matriz Extracelular (MEC) interviene en la inducción de plasticidad neuronal, dependiente de los receptores NMDA. La escisión de la *agrina* no solo requiere la

[36] El filopodio o espina dendrítica es una pequeña protuberancia en la membrana de la dendrita de ciertas neuronas, donde se produce una nueva sinapsis con un botón axonal de otra neurona (Nota del Autor).

liberación de *neurotripsina*, como hemos visto, sino también la activación de la neurona postsináptica (ver Figura 10). Esto constituye otro mecanismo 'detector de simultaneidad', que en este caso desencadena la 'plasticidad estructural', según los principios elaborados por Hebb (facilitación). (Dityatev & Rusakov, 2011)

La MEC también controla mediante las *integrinas* el tráfico de NMDA. Por otro lado, interconecta los complejos proteicos pre y postsinápticos, estabilizando la interacción de ambas células.

La neurona postsináptica libera *neurotrofina* que estimula la supervivencia y el crecimiento neuronal y promueve la sinaptogénesis[37]. También puede producir LTP, como ya hemos mencionado.

Por lo tanto, podemos identificar varias formas de LTP:

- LTP Hebbiana: activación simultánea de las neuronas pre y postsináptica (Hipocampo, córtico-corticales, amígdala).
- LTP no-Hebbiana: puramente presináptica (Hipocampo, tálamocorticales, córtico-estriatales).
- LTP anti-Hebbiana: requiere que la neurona postsináptica no se active (interneuronas).

La clasificación anterior muestra que el mecanismo de LTP está involucrado en todos los circuitos definidos en la teoría del aparato psíquico, como controladores de los distintos aspectos de la realidad que tiene que atender un humano.

---

[37] La sinaptogénesis es el proceso por medio del cual se crean nuevas sinapsis (Nota del Autor).

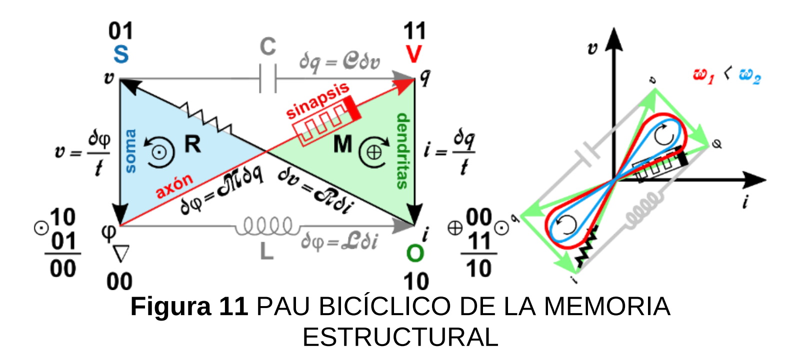


Figura 11 PAU BICÍCLICO DE LA MEMORIA ESTRUCTURAL

La sinapsis, no solo constituye un empalme adecuado entre neuronas para que pueda transmitirse un determinado estímulo hasta llegar al órgano efector, sino que forma parte de la memoria. El primero que sugirió esto fue Sigmund Freud (1895) cuando expone su teoría de las ‘barreras-contacto’ [sinapsis]:

> “*Existen dos clases de neuronas. En primer lugar, aquellas que dejan pasar la excitación como si no tuvieran ninguna barrera-contacto, y por ende tras cada decurso excitatorio quedan en el mismo estado que antes, y, en segundo lugar, aquellas cuyas barreras-contacto oponen una dificultad al paso de la excitación. Estas, tras cada excitación, pueden quedar en un estado otro que antes, y así dan por resultado una posibilidad de constituir la memoria*.” (Tomo I AE, 1992, p. 343)

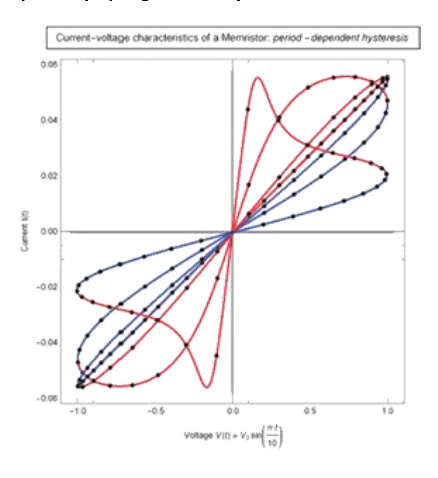
El segundo que propuso un mecanismo mnémico similar fue Donald Hebb en 1949, cuando en su libro *La organización del comportamiento*, introduce la idea de una sinapsis muy particular, que es la que ha llegado a nuestros días como ‘sinapsis hebbiana’. Este mecanismo supone que la persistencia o la repetición de una actividad reverberante tiende a inducir cambios celulares duraderos que apuntan a la estabilidad celular. (Hebb, 2002, p. 62) En esta regla se sustenta el

algoritmo básico de aprendizaje mediante las redes neuronales artificiales, a la vez que explica cómo funcionan los reflejos condicionados y sugiere un posible mecanismo de la memoria.

Desde el punto de vista eléctrico, la Figura 11 muestra que la sinapsis ha sido representada mediante un *memristor*, uno de los componentes propuestos para la construcción de memorias no volátiles usadas en computación. Así, hemos conformado un circuito RM (resistor-memristor). Los memristores son 'resistencias con memoria', de allí su nombre. Este comportamiento se basa en el cambio entre dos estados resistivos (alto y bajo) según el sentido del paso de la carga eléctrica (***q***). Si la tensión (***v***) se desconecta, esta resistencia especial 'recuerda' hasta la próxima vez que se la conecte, la resistencia que se generó en la ocasión anterior. Dice Chua que toda memoria no volátil basada en una 'conmutación de resistencias' es un *memristor*. Este elemento fundamental es un sistema dinámico que posee, un comportamiento lineal (en donde hay una relación proporcional entre causa y efecto) y un comportamiento no lineal (en donde la proporcionalidad anterior desaparece). Pero también, un memristor puede ser discreto o continuo. De esta manera, podemos abordarlo sin problemas desde la LT, ya que se comporta igual que un PAU.

Se debe tener en cuenta que un sistema estático depende solo de las condiciones presentes y no de las pasadas. En cambio, el estado de un sistema dinámico como el *memristor*, depende de lo que haya sucedido en el pasado. Esto es, representa un sistema adaptativo como el PAU.

Todos los memristores exhiben una ‘huella dactilar’ distintiva caracterizada por un ’bucle de histéresis’[38] confinado al primer y tercer cuadrantes del plano *v-i*, tal como lo muestra el esquema de la derecha de la Figura 11. Su contorno cambia con la amplitud y frecuencia de cualquier ‘onda sinusoidal’ periódica, fuente de voltaje de entrada (***v***) o fuente de corriente (***i***). Este bucle de histéresis que tiene la forma del símbolo de infinito (∞), se contrae y tiende a una línea recta a medida que aumenta la frecuencia. ($w_1 < w_2$ del esquema). Es más, si se llega a una frecuencia crítica, el *memristor* se comporta como una resistencia común (Adamatzky & Chua, 2014, p. 21) (Figura 12).



[38] *Histéresis*: es la tendencia de un ‘material’ a conservar una de sus propiedades en ausencia del estímulo que la generó. La histéresis magnética es el fenómeno que permite el almacenamiento de información en los discos duros de las computadoras. El campo induce una magnetización, que se codifica como ‘0’ o ‘1’ en distintas regiones del disco. Esta codificación permanece en ausencia de campo y así puede ser leída posteriormente. (Mayergoyz, 2003)

Figura 12 Yogesh N. Joglekar, "Características de corriente-voltaje de un memristor"[39]

En la Figura 12 vemos una simulación del bucle de histéresis de un memristor que utiliza un software, cuyos resultados analíticos surgen de una investigación original realizada por Joglekar & Wolf en 2009. En el esquema, se han superpuesto diferentes registros, variando el período de una corriente alterna. Es ilustrativo cómo cambia la forma del bucle a medida que cambiamos la frecuencia. Es decir, la respuesta del memristor se vuelve más lineal, acercándose al comportamiento de una resistencia común, a medida que la frecuencia disminuye (o aumenta el período).

Todo lo dicho permite que se genere un comportamiento cíclico, cuya frecuencia puede ser 'recordada'. En la teoría sobre el aparato psíquico que hemos propuesto, se invoca un mecanismo similar para dejar constancia, mediante 'almacenamiento' de frecuencias, de cómo fue la secuencia desde que ingresó un estímulo (procedente del sistema real biológico, psíquico o sociocultural). Qué estructuras neurológicas se pusieron en funcionamiento para elaborar una respuesta (dependiendo si ya hemos hecho esta tarea antes), y por último, sobre qué sistema debemos proyectarla, dejando constancia si fuese necesario, del aprendizaje de una rutina nueva. Todo esto queda perfectamente representado en la dinámica del PAU BICÍCLICO de la Figura 11. Este es un nuevo tipo de PAU que permite considerar sus dos niveles (superficial y profundo, lineal y no lineal, discreto y continuo), pero en forma alternante, remedando el bucle de histéresis de un memristor.

---

39 http://demonstrations.wolfram.com/CurrentVoltageCharacteristicsOfAMemristor

5.0 Conclusión

Hemos podido verificar a lo largo de este trabajo que es posible emular, a través de la LT, los procesos neuronales fundamentales, utilizando un modelo que integra las tres funciones eléctricas pasivas básicas. Elementos (que disipan o almacenan energía): un condensador, una resistencia y un inductor.

A través de los diferentes circuitos generados por la combinación de los elementos anteriores, una neurona podría: capturar una cierta frecuencia, es decir, "percibir" un sistema real. Desencadenar un "potencial de acción" como respuesta y sincronizar esa respuesta con el sistema real percibido.

Si agregamos a este circuito elemental, como cuarto componente eléctrico un memristor, la neurona podría "almacenar" en su sinapsis, para recordar más adelante, la "frecuencia" (o el sistema real) que generó el aprendizaje y lo que se capitalizó como conocimiento. Además de "saber" sobre qué "sistema real" debería proyectar su respuesta.

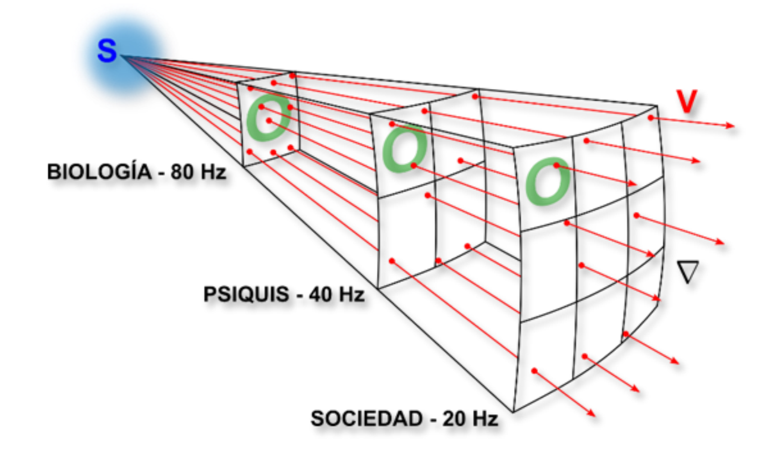


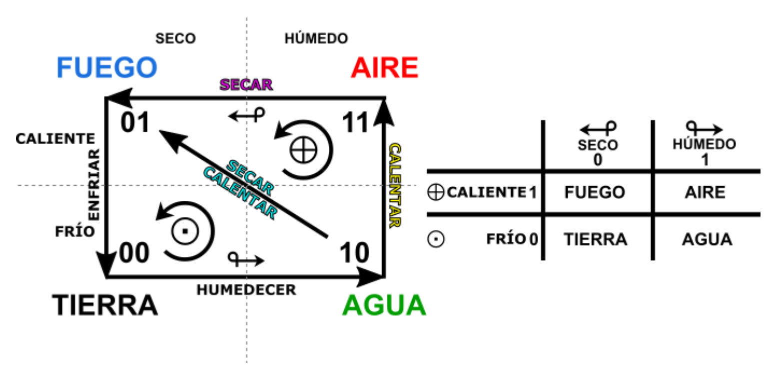
Figura 13 MEMORIA ESTRUCTURAL
Referencias: S: sujeto – O: objeto percibido – V: transformación que relaciona S y O - ∇: sistema de referencia – 80 Hz: sistema bio-externo – 40 Hz: sistema psico-interno – 20 Hz: sistema sociocultural.

La Figura 13 pretende representar la disposición teórica que tendría la "memoria estructural", que es donde se supone que reside la "estructura psíquica" o "historia" de un sujeto. El uso de un *memristor* en el modelo eléctrico que hemos propuesto permitiría "capturar" y "almacenar" en forma no volátil, las relaciones planteadas por un "hecho real" (relaciones de un S y un O a través de una transformación V) percibido que tiene "sentido" para el sujeto. La "densidad de transformaciones" (en forma de haz de luz) que afecta a los objetos percibidos es directamente proporcional a la frecuencia que gobierna el sistema real respectivo (distancia subjetiva) e inversamente proporcional a la "distancia objetiva". Ley que deriva de la oposición, que en apariencia, observan S y O. Se mantiene como fondo el mismo sistema de

referencia (∇) que no es otro que la “subjetividad", determinante de la realidad en la que estamos inmersos.

Apéndice

En el año de 1971, un profesor de ingeniería eléctrica de la Universidad de California, Berkeley, Leon Ong Chua, predijo la existencia de un cuarto dispositivo fundamental, llamado memristor, quien verifica que no fue posible crear un duplicado de este elemento con la combinación de los otros tres dispositivos básicos (capacitor, resistor e inductor), por lo tanto, según esta declaración, el memristor es un dispositivo fundamental. Para comprender mejor los estudios teóricos del Profesor Chua, debe decirse que se basó en una ideografía que se remonta al pensamiento de Aristóteles



y sus discípulos (Figura 1A).

Figura 1A PAU DE LOS COMPONENTES FUNDAMENTALES DE LA MATERIA

Aristóteles asume que todas las cosas tienen como aspectos distintivos una materia y una forma, es decir, constituyen un sistema o conjunto de elementos (materia), provistos de estructura (forma). Vemos en el diagrama anterior las relaciones dinámicas (las formas) que ligan, afectando, los elementos fundamentales que

definen la materia. La tabla adjunta de asignaciones, justifica los códigos binarios que hemos utilizado para identificar cada elemento, o, mejor dicho, el “continente” de cada uno de ellos. Para esto se han utilizado las distintas formas que puede adoptar la materia.

La Figura 2A muestra la existencia de los tres elementos fundamentales, y fue allí donde el profesor L. Chua justificó la existencia de un cuarto elemento pasivo para la electrónica, elaborando la teoría de lo que se conoce como memristor.

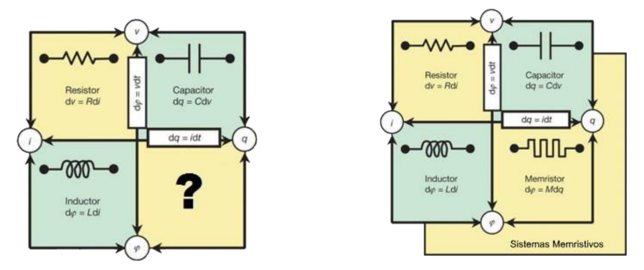


Figura 2A INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS MEMRISTIVOS

No es trivial definir la forma matemática genérica que describe el comportamiento del memristor, ya que se toma como una hipótesis inicial el hecho de que el Memristor es una resistencia y que debe medirse implícitamente en ohmios (Ω). La relación fundamental de la carga eléctrica y el flujo magnético son variables que definen al memristor como el cuarto elemento de la teoría de circuitos y se pueden expresar mediante dos integrales:

$$d\varphi(t) = v(t)dt \rightarrow \varphi(t) = \int v(t)dt$$

$$dq(t) = i(t)dt \rightarrow q(t) = \int i(t)dt$$

Se puede decir que un memristor puede ser controlado por carga eléctrica, si la relación entre el flujo magnético y la carga eléctrica esta expresada como una función de la carga eléctrica $\boldsymbol{q}$; y se puede decir que un memristor puede ser controlado por flujo magnético, si la relación entre el flujo magnético y la carga eléctrica esta expresada como una función del flujo $\boldsymbol{\varphi}$.

$$\frac{v(t)}{i(t)} = \frac{df(q)}{dq} = M(q)$$

(q), es llamada la *memristancia* la cual tiene la unidad de resistencia, y define una relación lineal entre la corriente y la tensión, siempre que la carga eléctrica no varié. Entonces *M* es una constante, por lo tanto, un memristor se comporta como un resistor.

Para un memristor controlado por flujo magnético,

$$q = f(t)$$

($\boldsymbol{\varphi}$), es llamada la *memductancia* la cual tiene la unidad de conductancia.

La memristancia es una propiedad del memristor, cuando la carga eléctrica fluye en una dirección a través de un circuito, la resistencia del memristor se incrementa. La resistencia del memristor disminuye cuando la carga eléctrica fluye en dirección opuesta en el circuito. Si la tensión aplicada de desconecta, entonces el flujo de carga cesa, así que, el memristor “recuerda” la última resistencia que paso a través del memristor. Cuando el flujo de carga comienza de nuevo,

la resistencia del circuito será lo que era cuando estuvo activo. Figura 3A.

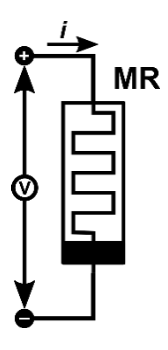


Figura 3A MEMRISTANCIA

El memristor pertenece a los sistemas dinámicos, dada su capacidad de "recordar" con un comportamiento lineal y no lineal. Debe recordarse que el estado de un sistema estático depende solo de las condiciones presentes y no del pasado. En contraste, el estado de un sistema dinámico depende de lo que sucedió en el pasado, generalmente porque hay algún tipo de almacenamiento de energía en el sistema. Los sistemas dinámicos también se conocen como "sistemas de memoria". Por lo tanto, el memristor es un sistema pasivo y dinámico que tiene memoria pero no es un dispositivo de almacenamiento de energía. Las propiedades del memristor son perceptibles, solo, a pequeña escala (nanoescala).

Consiste en un sustrato de platino puro, en el que se deposita dióxido de titanio (TiO2) en su parte superior, luego otro depósito de dióxido de titanio seguido de otro

sustrato de platino. La diferencia entre los dos óxidos radica en el hecho de que a uno le faltan átomos de oxígeno (TiO2-x); estos átomos faltantes actúan como portadores de carga. (Este anuncio fue realizado por Williams en 2008) (Figura 4A).

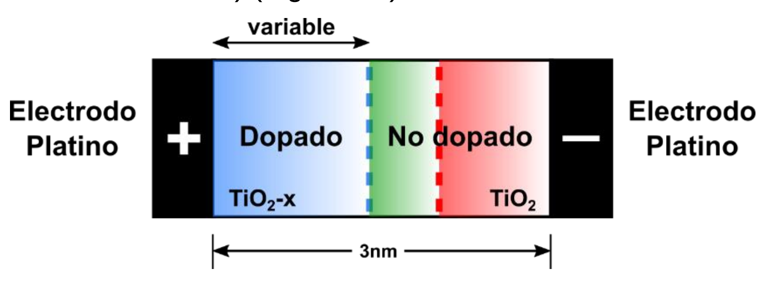


Figura 4A COMPOSICIÓN DE UN MEMRISTOR

Esta configuración es tan buena conductora como los metales. Al removerse átomos de oxígeno del dióxido de titanio, los “agujeros” que dejan (ausencias de cargas negativas) se comportan como cargas positivas, similar a los electrones en una unión PN clásica. Una tensión positiva empuja las cargas positivas hacia la derecha dentro del otro TiO2, como lo ilustra la Figura 7, de esta forma el espesor del TiO2-x se incrementa al mismo tiempo que el espesor del TiO2 disminuye. Después de un tiempo la separación entre los dióxidos deja de ser la marcada por la zona azul para convertirse en la marcada por la zona roja. Al colocar una tensión negativa podemos invertir el proceso y aumentar el espesor de TiO2.

REFERENCIAS

Adamatzky, A.; Chua, L. (2014). *Memristor Networks*. Switzerland, Springer International Publishing.

Berstein, J. (1868). *Ueber den zeitlichen Verlauf der negativen Schwankung des Nervenstroms*. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, 1, ss. 173–207

Dityatev, A.; Rusakov, D. A. (2011). *Molecular signals of plasticity at the tetrapartite synapse*. Curr Opin Neurobiol. April; 21(2), pp. 353-359.

Du Bois-Reymond, E. (1848-1849). *Untersuchungen über thierische Elektricität* G.E. Reimer. Berlin

Freud, S. (1992). *Proyecto de psicología* (1895) - Sigmund Freud. Obras completas, Tomo I, pp. 323-436 - Buenos Aires, Amorrortu Editores. (AE)

Galvani, L. (1797). *Memoire sulla electricitá animale*. Bologna: Sassi "Memoria quinta," pp. 66-68.

González Montoya, S.; Arias Varón, D. (2014). *El Memristor, Aplicaciones circuitales con amplificadores operacionales*. Escuela de Tecnología Eléctrica, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

Hebb, D. O. (2002 - 1949). *The Organization of Behavior. A Neuropsychological Theory* - New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Helmholtz, H. von. (1854). *Uber die geschwindigkeit einiger vorgange in muskeln und nerve.* Bericht über die zur bekanntmachung geeigneten verhandlungen der koniglichen. Preuss Akad Wiss., Berlin. pp. 328-332

Hodgkin, A.; Huxley, A. (1952). *A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve*. J. Physiol. (Lond) 117, pp. 500-544

Kandel, E. R. et al. (2013). *Principles of neural science*. New York, Mc Graw Hill.

Lara Canto, C. E.; Fernández García, F. A. (2010). *Memristores: Teoría, Desarrollo y Aplicaciones del "Eslabón Perdido" en la Electrónica*. Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile.

Llinás, R. (1988). *The intrinsic Electrophysiological properties of mammalian neurons. Insights into central nervous system function*. Science, 242, pp. 1654-1664.

Matteucci, C. (1844). *Traité des Phénoménes Electro-physiologiques des Animaux suivi d'Etudes Anatomiques sur le Systéme Nerveux et sur l'Organe Electrique de la Torpille*. Fortin et Masson, Paris

Mayergoyz, I. (2003). *Mathematical Models of Hysteresis and their Applications*. New York, Elsevier Science Inc.

Nernst, W. (1907). *Experimental and Theoretical Applications of Thermodynamics to Chemistry*. New York, Charles Scribner's Sons.

Pickel, V.; Segal, M. (2014). *The Synapse: Structure and Function*. Oxford, Elsevier.

Radwan, A. G.; Fouda, M. E. (2015). *On the Mathematical Modeling of Memristor, Memcapacitor, and Meminductor*. Switzerland, Springer.

Randall, D.; Burggren, W.; French, K. (1997). *Eckert Animal Physiology. Mechanisms and Adaptations*. Fourth Edition. New York, W. H. Freeman and Company.

Salatino, D. R. (2009). *Semiótica de los sistemas reales* – Tesis Doctoral en Letras – Facultad de Filosofía y Letras – Universidad Nacional de Cuyo - Mendoza, Argentina.

Salatino, D. R. (2012). *Aspectos psico-bio-socioculturales del lenguaje natural humano. Introducción a la teoría psíquica del lenguaje* - Mendoza, Argentina - Desktop Publishing, Amazon, ISBN: 978-987-33-2379-9.

Salatino, D. R. (2013). *Psiquis – Estructura y función* – Mendoza, Argentina – Autoedición. ISBN: 978-987-33-3808-3.
Salatino, D. R. (2017). *Tratado de Lógica Transcursiva. Origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva*. Mendoza, Argentina, Primera Autoedición – ISBN: 978-987-42-5099-5.
Siskind, C. S. (1972). *Circuitos Eléctricos*. Buenos Aires, Editorial Hispanoamericana, S. A.
Vourkas, I.; Sirakoulis, G. Ch. (2016). *Memristor-Based Nanoelectronic Computing Circuits and Architectures*. Switzerland, Springer.

7. RIESGOS E INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS

Una interpretación desde la Lógica Transcursiva

Dante R. Salatino[40]; Gustavo A. Masera[41]; Ricardo Palma[42]

Resumen:
El propósito de este artículo es analizar la cuestión de riesgos, en particular, aquellos que están relacionados con las infraestructuras críticas. La idea central es que el mundo está ingresado en una era de inestabilidad y turbulencia, donde los riesgos tienen un carácter sistémico. Esta complejidad no puede comprenderse de manera abstracta cuando se estudian sus efectos nocivos y, en particular, los riesgos inducidos por ella. El propósito de este trabajo es investigar los riesgos de acuerdo con el método de la Lógica Transcurssive (LT). Este método complementario establece que, para relacionar una teoría con los aspectos empíricos que la fundamentan, no son necesarios métodos formales de análisis, puesto que no trabaja con contenidos, sino con “nichos ontológicos” o continentes. Su utilidad radica en poder orientar sobre qué aspecto de la realidad podemos investigar, ya que nos permite individualizar los elementos básicos que determinan lo observable, y cuáles son sus relaciones. Finalmente, se presentan algunas discusiones emergentes. En concreto, se plantea que la nueva rama de la Infranómica es pertinente para el estudio integral de los riesgos en las infraestructuras críticas. Asimismo, que puede ser desarrollada como una matriz disciplinaria complementaria a los análisis de la Lógica Transcursiva.

---

[40]Instituto de Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

[41]Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, Universidad del Aconcagua.

[42]Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo;.

Palabras claves: Riesgos, Infraestructuras Críticas, Infranómica; Lógica Transcursiva

Fundamentos

Es importante admitir desde el comienzo que la cuestión del “riesgo” es un tema crítico en el mundo contemporáneo. Más aún, es una vivencia que toda persona nacida después de la segunda posguerra puede confirmar. Desde entonces, las generaciones se han acostumbrado a convivir con situaciones graves e incertidumbres que interpelan constantemente su seguridad existencial. En los últimos años el listado de problemas no ha dejado de aumentar en su extensión, ya que los riesgos pueden derivarse de numerosos factores y en distintos ámbitos: Cracks financieros; crisis alimentaria; calentamiento global; aumento de la desertificación; estancamiento de las negociaciones comerciales; problemas de suministros y restricciones energéticas; renovados conflictos geopolíticos; así como fallas en los sistemas socio-tecnológicos.

En líneas generales puede señalarse que -aunque no hay una definición aceptada universalmente de riesgo- sin embargo, se han clasificado dos posibles categorías (Arven and Renn, 2010): aquellas donde el riesgo se expresa mediante probabilidades de un suceso aunado a valoraciones sobre expectativas; y las otras, que sostienen que los riesgos se expresan fundamentalmente por la ocurrencia de eventos imprevistos y las consecuencias que pueden emanar de los mismos, con un fuerte componente de incertidumbre.

En una primera aproximación, la noción de riesgo se refiere a la incertidumbre acerca de la gravedad de las consecuencias (o resultados) de una actividad, con

respecto a algo que la sociedad percibe como valioso, vital o crítico.

Thompson (1990) distingue entre riesgos reales, riesgos observados y riesgos percibidos. Los reales se refieren a lo que puede ocurrir, con consecuencias negativas y que pueden suceder con una probabilidad conocida por estadísticas (sismos, caídas de aviones). Mientras que los observados se pueden deducir de modelos, por ejemplo, sobre los posibles efectos de una epidemia. Los percibidos son juicios subjetivos que se emiten en la ausencia de modelos o conocimiento previo. Algunos factores que se tienen que considerar cuando se habla de riesgos son: a) incertidumbre sobre la probabilidad de ocurrencia; b) incertidumbre sobre la severidad del impacto de un fallo catastrófico; c) existencia de posibles víctimas y daños; d) reversibilidad de los efectos negativos; e) compensación por la exposición al riesgo; f) beneficios, peligros y costos para los distintos actores.

De su parte, la Lógica Transcursiva (LT) es un método y una perspectiva, desde la cual se ve el riesgo como el peligro potencial que atenta contra la vida biológica, psíquica y social. La LT divide al riesgo en 1) Riesgo político o la amenaza hacia la sociedad y como un elemento que corrompe la cultura; 2) Riesgo sistémico o la amenaza a la relación del individuo con su entorno inmediato (en este sentido, se relaciona con la función psíquica); y 3) Riesgo ingénito o connatural, la amenaza sobre la propia vida y la posibilidad de perpetuarse (inminentemente biológico).

1. Metodología

Tal como afirma Ferrater Mora: “Las polaridades sirven justamente para demarcar y situar las realidades efectivas… nada es ‘absolutamente

sujeto' o 'absolutamente objeto'" (Ferrater Mora, 1967, p. 301). Si bien el autor lo asigna a meros predicados, para remarcar que no son absolutos, sino expresiones por medio de las cuales, tales tipos de entidades se cualifican ontológicamente en términos variables, lo podemos relacionar con el principio elaborado por Moulines. La RDG (Relevancia de las Distribuciones Graduales) (Moulines, 1982, p. 32). Este principio establece que son filosóficamente relevantes las distinciones conceptuales que atienden solo a diferencia de grado y no a diferencias absolutas, en el objeto o dominio de estudio.

De alguna manera, el principio filosófico anterior, está implícito en el marco epistemológico que la Lógica Transcursiva (LT) establece para abordar cualquier dominio del conocimiento, que radica en el amplio espectro de la realidad subjetiva. El 'desplazamiento conservador' que permite escrutar el mundo sensible o de la apariencia, no se guía por distinciones absolutas, sino todo lo contrario. Por la "unión de las diferencias", lo que permite "encarnar" el "como sí" de ser el elemento opuesto, sin dejar de ser completamente él mismo. Cuando el ciclo superficial, sensible, aparente, evidente, se completa; es decir, cuando cada uno de sus elementos en relación (sujeto, objeto y transformación que los liga), vuelven a ocupar su propio continente, pasado un determinado tiempo, tendremos por seguro, que las

relaciones establecidas entre estos elementos mínimos o elementales, por lo menos en la apariencia del funcionamiento de un modelo que responde a una determinada hipótesis, son las adecuadas.

Quedará pendiente establecer la valía de una dinámica similar para aquellas relaciones que, aunque “no existan” a la luz de la evidencia, cumplan con la misma exigencia, certificando que la hipótesis y el modelo que ella ayudó a crear, tienen una base teórica firme.

Este esquema simple es universal y permite concretar algunas de las aspiraciones que han animado a muchos de los epistemólogos y filósofos de la ciencia, de las últimas seis décadas, que no lograron consenso sobre estos temas.

Queda claro que, desde la LT, no hacemos “distinciones conceptuales”. Éstas son algo que no se descubre, sino que es forjado a conveniencia del científico que está tratando de establecer la validez de un objeto de estudio. En cambio, invocando el punto de vista del sujeto, es decir, desde fuera del sistema que se está observando (para no modificar la observación), se trata de establecer “distinciones ontológicas”, que pueden contener como contenido, los más variados elementos que dan significado a las leyes que lo rigen.

En otros términos, la LT es un análisis de las relaciones que se establecen entre continentes o

“nichos ontológicos”, que son independientes de los sistemas que contienen.

Dado que el dominio que estudiamos desde la ciencia tradicional es dividido en “categorías” por el científico de turno, solo es posible hacer “distinciones metodológicas” que ajustan el enfoque. O sea, se termina abordando el tema ateniéndose a una controvertida distinción “teórico-observacional”, que, o bien es solo semántica (precisando el significado de los términos utilizados), o bien es solo pragmática (dejando constancia explícita de la función que cumple cada uno de esos términos en una teoría). Luego, todo se resume a establecer la distinción entre enunciados descriptivos, prescriptivos o valorativos, pero que a la postre, poco nos dicen qué es un modelo, qué relación hay entre este y una hipótesis dada, y cómo encaja esto con una determinada teoría. Y ni que hablar sobre lo que es o representa una teoría en sí misma, y cómo se puede ajustar a los fines prácticos, para que un modelo pueda “emular”, y no solo “simular” la realidad analizada.

Desde la realidad objetiva, solamente, no es posible aplicar estos conceptos, pues, hay una flagrante e insoluble contradicción en sus fundamentos. Esto es, entra en vigor la irresoluta distinción entre conceptos teóricos y observacionales, cuyo fundamento está en no considerar que la observación la hace un sujeto

desde fuera del sistema, y no desde dentro de él.

Si persistimos en defender, férreamente, como definición de teoría, aquel conjunto de enunciados, o de entidades lingüísticas que pueden ser verdaderas o falsas (producto de una interpretación sesgada), nunca obtendremos la pretendida "teoría ideal", por más axiomatizadas y formalizadas que estén, y permitan un determinado cálculo deductivo. Todo esto es porque, el conjunto de axiomas y de sus consecuencias lógicas que constituyen una teoría, no son nada más que un conjunto de enunciados (Ibídem, p. 63). Vale decir, lo que Stegmüller llama "concepción enunciativa de las teorías". Algo que comparten, en mayor o menor medida, Carnap, Reichenbach, Popper, Hempel, entre muchos otros.

A pesar de las notorias ventajas que presenta la concepción lingüística de una teoría (simplicidad, elegancia, aplicabilidad indiscriminada), no debemos olvidar que el conjunto de axiomas o hipótesis fundamentales, no necesariamente nos está diciendo si los hechos observados están siendo considerados desde los aspectos básicos que los determinan. Única forma que vemos de poder teorizar sobre los procesos que fundamentan nuestra observación. Ningún conjunto de enunciados, por más formales que sean, permiten lograr esto. Lo cual no quiere decir que, cuando

analicemos el “contenido” de nuestros nichos ontológicos, no sean aplicables con todo el rigor formal requerido, y en donde habrá que agregar las habituales “condiciones iniciales o basales”, para poder justificar los resultados. Esto es algo que la LT no tiene en cuenta, puesto que no se opera sobre el sistema estudiado, solo se lo observa o estudia su dinámica, sin ningún tipo de intervención.

Según la LT, entonces, para relacionar una teoría con los aspectos empíricos que la fundamentan, no son necesarios los métodos formales de análisis, puesto que no trabajamos con los contenidos. La LT es útil para orientar sobre qué podemos investigar, ya que permite individualizar los elementos básicos que determinan lo observable, y cuáles son sus relaciones. Así, pueden aparecer “nichos” inexplorados sobre los que enfocar una investigación. Es decir, un método no sofisticado y práctico de analizar la evidencia.

Aplicando estos principios sencillos y básicos, trataremos abordar a continuación, el tan importante y actual tema de los riesgos.

2. Riesgo político

Es aquel que surge de la toma de decisiones por parte del gobierno que afectan la seguridad y bienestar de las personas.

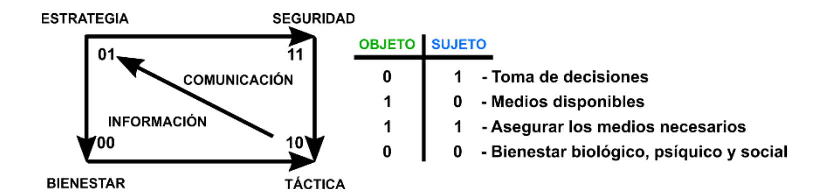


Figura 1 PAU DE LOS RIESGOS POLÍTICOS

En la Figura 1 están representadas las fuentes de los posibles riesgos políticos. La estrategia representa la toma de decisiones. La táctica, los medios óptimos para llevar a cabo la decisión tomada. La seguridad es la forma de permitir que la estrategia elegida tenga disponible los medios necesarios para cumplirla eficiente y eficazmente. El bienestar (biológico, psíquico y social) es lo que la política debe asegurar como imprescindible para que todo lo demás tenga algún sentido. Es de hacer notar que el bienestar no depende de un sujeto o de un objeto genérico, sino de la política en sí misma.

2.1. Dinámica política

La toma de decisiones, principal fundamento de la actividad política, lleva implícita el aspecto táctico que se sustenta en los medios necesarios para que una decisión muestre sus resultados. Ambos aspectos definen los patrones de seguridad a los que debe ajustarse todo buen gobernante. Esta seguridad debe ser aplicada en un doble sentido. Por un lado, para disminuir el riesgo de tener que aplicar correctivos improvisados. Y por otro, para minimizar los efectos colaterales inherentes a toda toma de decisión.

Además, siempre debe primar en quién(es) decide(n) como meta, el bienestar de la población. Este aspecto se contrapone, muchas veces, con las medidas de seguridad implementadas por el gobierno dado que una

gran cantidad de factores hacen que se tienda a disminuir los riesgos en los sectores más vulnerables de la sociedad, lo que no permite asegurar un bienestar para todos por igual, sino que se limita a cubrir solo las necesidades básicas.

2.2. Los riesgos

Estos surgen de decisiones precipitadas o con poco sustento de planificación, de tácticas deficientes por mal cálculo o falta de previsión. También de un aparato de seguridad endeble o demasiado ajustado. Todo lo cual atenta contra el bienestar de la población.

Todo lo anterior, obviamente, se refiere a una política legal. En una política ilegal (Corrupción institucional, golpe de estado, colusión entre estados de derecho o con regímenes totalitarios, etc.), el riesgo político deja de ser acotado y se transforma en una amenaza suprema que 'mata' literalmente al sujeto, al individuo y a la persona, por no permitir que entre en vigencia la defensa contra los riesgos sistémicos y los riegos ingénitos. Se produce, de esta manera, un sometimiento de los seres humanos a través del hambre, la pobreza, la ignorancia, la insalubridad, el adoctrinamiento y la reclusión.

3. Riesgos sistémicos

Son aquellos que surgen de una mala aplicación de políticas de estado o por la inexistencia de estas.

Sus elementos fundamentales se muestran en la Figura 2.

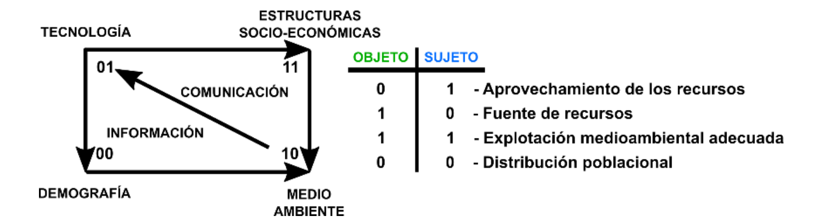


Figura 2 PAU DE LOS RIESGOS SISTÉMICOS

La distribución poblacional no depende del sujeto ni del objeto, sino de la integración sistémica

3.1. Dinámica sistémica

Una mejor tecnología permite aprovechar adecuadamente lo que brinda el medioambiente, y llevar adelante una toma de decisión. Para esto es imprescindible establecer estructuras socioeconómicas firmes, pero a la vez, lo suficientemente flexibles como para adaptarse a las circunstancias que plantea lo medioambiental, para su aprovechamiento.

La tecnología, también, influye en la distribución de la población en un determinado territorio, ya que habitualmente, se la aplica en mayor medida y con mejor nivel, en los grandes centros urbanos y en los polos industriales. Esto es fundamental tenerlo en cuenta para asegurar el bienestar de la población y para proteger el medioambiente del uso de procedimientos alternativos de bajo nivel tecnológico, para la explotación de la naturaleza que pueden ser muy dañinos.

3.2. Los riesgos

Hay un peligro potencial en el uso irresponsable de la tecnología. También, ante la presencia de una catástrofe natural (Terremotos, tsunamis, tifones, huracanes, epidemias, etc.). Hay riesgo cuando las estructuras

socioeconómicas son débiles o se derrumban. En fin, hay riesgo ponderable en la mala o deficiente distribución de la población en un territorio. Esta última situación es la que condiciona más seriamente el bienestar de las personas.

4.0. Riesgos ingénitos o connaturales

Son aquellos que se derivan de las mismas infraestructuras críticas que concurren en toda comunidad organizada. (Figura 3).

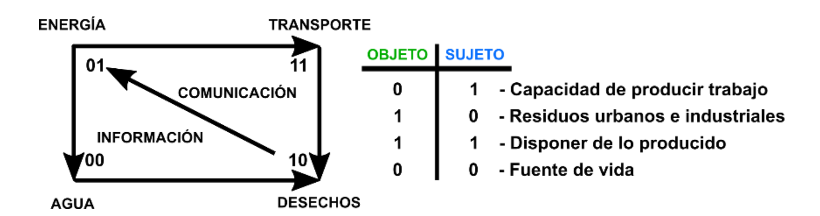


Figura 3 PAU DE LAS INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS

La existencia de agua no depende del sujeto o del objeto, sino de la naturaleza en su conjunto.

4.1. Dinámica de las infraestructuras críticas

La dinámica que relaciona las estructuras fundamentales tiene como eje principal la producción y el uso de energía, como también el tipo de energía de que se trate. Las fuentes de energía las podemos dividir en convencionales (fósil – petróleo, gas natural, carbón – o nuclear) que son finitas y muy contaminantes; y renovables o virtualmente inagotables, que a su vez se dividen en limpias (Eólica, geotérmica, hidráulica o hidroeléctrica, mareomotriz, solar y undimotriz (de las olas)), y contaminantes (obtenida desde la materia orgánica o biomasa). Esta última, o bien se la utiliza

como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), o bien convertida en bioetanol o biogás (por fermentación orgánica), o en biodiesel (por transesterificación), y de los residuos urbanos.

La energía es uno de los grandes medidores de progreso y bienestar de una sociedad. El uso energético dedicado al progreso de una comunidad está dirigido, mayormente, al transporte, parámetro sustentador de las estructuras socioeconómicas.

Más allá de los residuos urbanos, el transporte también produce desechos contaminantes que alteran el medioambiente. No obstante, es posible obtener energía de los residuos sólidos urbanos, aunque es una fuente de energía contaminante, que de igual manera lo es si no se aprovecha, pues el proceso de pudrición de la materia orgánica produce emisión de gas natural y dióxido de carbono.

Por otro lado, la energía es necesaria para distribuir el agua potable (estación de bombeo) u obtener agua para riego (motor de riego), elemento fundamental en la distribución demográfica y en el bienestar y salud de la población. La potabilización del agua también produce desechos (lodos de las centrales depuradoras y potabilizadoras) que pueden utilizarse, a su vez, para producir energía, aunque como ya vimos, es contaminante.

4.2. Los riesgos

A los riesgos que surgen desde estas infraestructuras críticas se los puede denominar “ingénitos o connaturales” puesto que son inherentes a cada uno de los aspectos que contemplan (energía, transporte, desechos y agua) y no agregados por terceros agentes o su manejo irresponsable, lo que ya implica un riesgo

sistémico, como por ejemplo, la contaminación del agua por el mal manejo de los desechos, producto de una política deficiente para la preservación del medioambiente.

Según la Figura 4 podemos decir que hay una especie de 'columna vertebral' que sustenta los factores sobre los cuales, el disminuir los riesgos tiene sus mejores resultados: 'Agua – Demografía – Bienestar', que como vemos, tiene un factor común: la vida de las personas que es hacia donde debe apuntar toda política debidamente implementada.

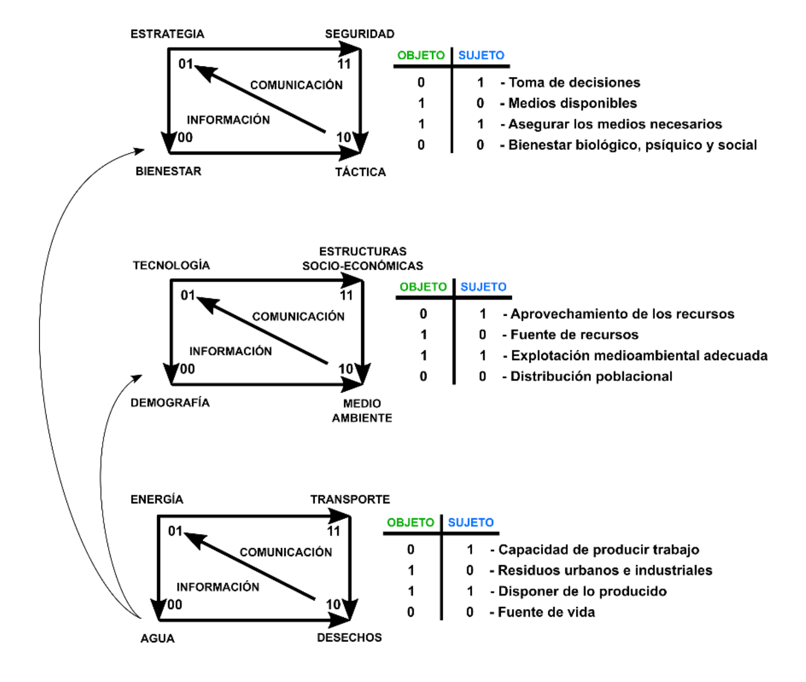


Figura 4 PAUS DE LOS RIESGOS

Si se observa detenidamente el gráfico anterior, se puede ver que cada uno de los PAU_S se divide en dos niveles, que podríamos llamar: superficial, controlado por la comunicación entre los aspectos que lo definen, y profundo, controlado por la información. Rápidamente se comprenderá la tremenda incidencia que tiene el hecho de haber surgido, desde la mitad del siglo pasado, lo que se conoce como 'Sociedad de Información', ya que, al manejar con mayor precisión y ajustes los elementos que componen o definen el nivel profundo, determinan finalmente, cómo se comporta el nivel superficial, en donde, si se logra una adecuada sintonía de los canales de comunicación, permitiría disminuir los riesgos presentes en cada nivel.

Sólo de esta manera se puede pensar en la posibilidad de disminuir, globalmente, los riesgos derivados de cualquier actividad humana

5.0. La Infranómica como nuevo enfoque

El estudio de los riesgos se encuentra en auge desde la creación relativamente reciente de la organización *International Risk Governance Council* (IRGC, 2005). Pero, además ha surgido en los últimos años un campo disciplinar en construcción: la Infranómica (Gheorghe et al., 2014). Se considera que la misma representa también un nuevo enfoque que permite pensar las condiciones para el manejo del riesgo y la criticidad en infraestructuras innovativas. El término infranómica (*Infranomics*) es un el neologismo que surge de la necesidad de dotar de respuestas más complejas desde un marco teórico no tradicional que ayude al proceso de la toma de decisiones en sistemas sociotecnológicos de alta complejidad. El término elegido hace referencia a "Infra" (por infraestructura) y "Nómica" (por la raiz griega de gnosis, ley o conocimiento).

La infranómica es, entonces, una disciplina de disciplinas. La investigación llevó hacia 2014 a un segundo artículo más un libro titulado *“Infranomics Sustainability, Engineering Design and Governance*”, el cual recoge los articulos de varios autores con lo que se logra tener una idea más clara de este nuevo campo epistémico, a entender de los autores de este artículo, uno de los más prometedores y dinámicos de los últimos años.

En este libro los tres editores (Gheorghe et al, 2014), que forjaron el concepto, permiten ver cómo inicialmente la idea prosperó por el terreno de los modelos de simulación y luego hacia los metamodelos. El cuerpo de esta disciplina se autodefine como un sistema de sistemas, que sin llegar a las hojas finales del árbol de la taxonomía que plantéa podría llagar ha hacerlo si el usuario final lo necesita.Esto además es intuitivo y recursivo, de modo que si se entiende los nodos iniciales del árbol, recursivamente aplicando esta idea se llega al grano más fino necesario.

En un primer momento del análisis, se plantearon dos planos en los que los beneficios de la infaestructura deberían florecer para satisfacer su fin último, que es cubrir las necesidades explícitas e implícitas de las infaestructuras.

En los primeros años de la Infranómica en la UE la dimensión tangible fue la más clara.Durante este período la mayor parte de los autores que produjeron trabajos de investigación y transferencias tangibles provenían del campo de las tecnologías y en menor grado de la economía. En una segunda etapa los campos de las tecnologías comenzaron a ser abrumados por la complejidad y las dicuciones y debates tenían resultados mucho más cercanos a las verdaderas soluciones de los

problemas reales. En muchos casos fue posible construir modelos y herramientas específicos para tomar decisión sobre ellos pero faltaban aún aportes de la mirada de otras disciplinas para darle completitud al concepto.

Los temas que se plantean, y que en un futuro podrían ser analizados más profundamente desde el método de la LT son, entre otros, los siguientes: infraestructura y sostenibilidad; enfoques integrados para la gestión estratégica de activos estratégicos; riesgos y seguridad, energía renovable y gestión; diseños óptimos de políticas para el área afectada por desastres; riesgos frente al consumo de energía de transporte y seguridad energética; los riesgos frente a la falta equidad y problemas éticos por falta de acceso a infraestructuras; el risgo y la nueva tecnología urbana alternativa para futuras ciudades con bajas emisiones de carbono; problemas de modelado y simulación, problemas de gobernabilidad y de gobernanza en escenarios complejos con múltiples actores de intereses divergentes; infraestructuras capacitadas para enfrentar riesgos e incertidumbres asociados con el cambio climático, etc.

En suma, puede verse que la manera en que se abordan problemas como los de las nuevas estructuras, ya no tienen al artefacto o al diseño tecnológico como fin último, sino que se recurre a lo provisto por diversas disciplinas particulares, pero en una visión integral, donde se incluyen las dimensiones sociales y hasta culturales del abordaje de los problemas emergentes en el siglo XXI.

6.0. Reflexiones finales

El riesgo es la amenaza de algo que aún no se percibe con claridad, pero que se encuentra bajo una presencia

potencial en el entorno. Y el motivo de su irrupción puede ser variado: fallas (puntuales o masivas) en esos sistemas tecnológicos, ataques terroristas, errores humanos, problemas biológicos, desastres naturales que generan consecuencias, etc. Además, en el mundo globalizado e interdependiente aparecen riesgos sistémicos, los que por su impacto sobre el conjunto de la sociedad pueden, incluso, desarrollar un contagio internacional.

No es una cuestión menor, evidentemente. De manera que no sorprende que los riesgos y la incertidumbre asociada a él, sean un tema de estudio desde diversas disciplinas: sociología, economía, ciencia política, y otras. y bajo numerosos marcos interpretativos: teorías de la decisión, sistemas complejos, por nombrar algunas. Por lo tanto, supone un desafío ofrecer a los lectores una síntesis de algunas de las principales perspectivas sobre el tema riesgos.

De otra parte, la cuestión de riesgos e incertidumbre no es solamente un tópico de interés teórico. Por el contrario, su análisis ofrece la posibilidad de comprender las vías de atenuación de estos, de prevenirlos, y de amortiguar sus efectos no deseados. Y esta labor es deseable tanto para una organización como para un país. Además, una comprensión científica de los riesgos provee modelos aplicables a la gestión de ciertos temas específicos.

Se considera que este artículo ha presentado las dimensiones que permiten evaluar el tema de riesgos (efectivos o potenciales) que pueden difundirse y afectar las infraestructuras críticas. Puesto que son eventos que pueden incidir profunda y rápidamente sobre el bienestar y en el funcionamiento mismo de una comunidad, en distintas escalas de acción, su gestión mediante la

gobernanza de riesgos se convierte en un aspecto crítico para las sociedades modernas.

¿Cuál es la ventaja de la LT como método de investigación?
La LT permite, como hemos visto a través de varios ejemplos, no solo observar los múltiples hechos que nos plantea la realidad, sino también, ir más allá de la simple apariencia hasta encontrar la "unidad" o el "patrón" (PAU) que subyace a todo fenómeno.
De este modo, se podrá adquirir una visión general de todos los procesos que determinan el hecho real bajo investigación o estudio.
La aplicación de la LT como complemento del método científico tradicional, constituye una forma mucho más rigurosa de encarar una investigación mediante la observación de cualquier tema. Por otro lado, le aporta al observador (investigador o científico), la capacidad de soslayar la frecuente y confusa "contemplación trascendental" con que enfrentan multitud de fenómenos en apariencia disímiles, pero que en realidad, responden en su dinámica a único y simple patrón universal.
Los PAUs, en tanto que fundamentos de nuestra realidad subjetiva, sirven de marco de referencia para los aspectos generales que estructuran la realidad objetiva que defiende la ciencia. Serían los equivalentes de una "fórmula matemática" (de hecho, son una estructura algebraica), que rigen la visión que el sujeto tiene de su mundo subjetivo. También, del ámbito físico extrayendo de él, el orden a través del caos aparente que lo apremia. Verdaderas leyes que gobiernan tanto el comportamiento como la conducta de ser humano, al mismo tiempo que el macrocosmos.
A diferencia de las "Ideas" de Platón, no son "verdades" de la lógica, desde donde derivan su significación el sujeto gramatical y su predicado, sino más bien, igual

que ellas, aspectos fundamentales que superan las entidades y las leyes del pensamiento lógico, inspirándose en la subjetividad humana.

REFERENCIAS

Aven, T. and O. Renn (2010). *Risk Management and Governance. Concepts, Guidelines and Applications*, Berlin, Springer Verlag.

Beck, U. (1992). *Risk Society. Towards a New Modernity*. London, Sage.

Bischoff, H.J. (2008). *Risks in Modern Society*. Dordrech, Springer.

Committee on Improving Risk Analysis Approaches (2009). *Advancing Risk Assessment*, Washington D.C.,The National Academy Press.

Gheorghe, A. et. al. (2005). *Critical Infraestructures at Risk,* Dordretch, Springer.

Gheorghe, A. et al. (2014). *Infranomics.* Dordretch, Springer.

Gheorghe, A. and M. Masera, «*Infranomics: A Discipline-of-Disciplines for the XXIst Century*», in: Gheorghe, A. et al. (2014). *Infranomics*, Springer, op. cit., pp. 1–7.

International Risk Governance Council [IRGC] (2006), *White Paper on Managing and Reducing Social Vulnerabilities from Coupled Critical Infrastructures*, Geneva.

International Risk Governance Council [IRGC] (2010). *Emerging risks. Sources, drivers and governance issues*, Geneva, Revised edition.

Lechte (2003*). J. Key Contemporary Concepts*. London, Sage.

Lidskog, R., L. Soneryd and Y. Uggla (2010): *Transboundary Risk Governance*. London, Earthscan.

Mythen, G. (2004). *Ulrich Beck. A Critical Introduction to the Risk Society*. London, Pluto Press.

Nai Fovino, I. M. Masera and A. De Cian (2009), «*Integrating cyber attacks within fault trees*», Reliab. Eng. Syst. Saf., vol. 94, n.o 9, pp. 1394–1402.

OECD (2003): *Emerging systemic risks in the 21st Century* – An Agenda for Action, Paris; International Futures Project.

Palma, R., L. Morel, and R. Forradellas (2012), «*Analytical methodology to evolutionary steps for manufacturing strategy in small and medium enterprises*», Iberoam. J. Ind. Eng., vol. 3, n.o 6, pp. 02-19, may.

Renn, O. (2008). *Risk Governance. Coping with Uncertainty in a Complex World*. London, Esarthscan.

Rosemann, M. and P. Green (2002)., «*Developing a meta model for the Bunge–Wand–Weber ontological constructs*», *Inf. Syst*., vol. 27, n.o 2, pp. 75-91, abr.

Salatino, D. R. (2012). *Aspectos psico-bio-socio-culturales del lenguaje natural humano. Introducción a la teoría psíquica del lenguaje* - Mendoza, Argentina - Desktop Publishing, Amazon.

Salatino, D. R. (2017). *Tratado de Lógica Transcursiva. Origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva*. Mendoza, Edición del autor.

Sandin, P. and M. Peterson (eds.) (2013): *Essentials of Risk Theory*, Dordrecht, Springer.

Thompson, P. (1990): “*Risk Objectivism and Risk Subjectivism: When Are Risks Real?*”, Risk: Health, Safety & Environment, n°1: 3, HeinOnline.

Zinn, J. (2008): *Social Theories of Risk and Uncertainty: An Introduction*. Ox: UK, Blackwell Publishing.

8. Análisis de la inducción desde la Lógica Transcursiva

Ítalo Alejandro Ortiz[43]

Resumen: El propósito de esta investigación fue analizar el fenómeno de inducción electromagnética a la luz de la lógica transcursiva con la finalidad de elaborar representaciones gráficas para describirlo en forma alternativa a las que se encuentran habitualmente en la bibliografía. El método usado consistió en analizar los casos de inducción de una fuerza electromotriz (fem) que se presentan al variar el flujo magnético por el movimiento de un imán permanente en la cercanía de una espira, generando una representación del fenómeno con un patrón universal. Se encontró que el patrón universal que mejor representa los casos de inducción es el cíclico. Además, se encontró que, este patrón coincide exactamente con la representación gráfica de la fuerza electromotriz generada por un alternador. Por otra parte, es posible explicar la regla de la mano derecha, que tradicionalmente se utiliza para explicar la inducción electromagnética, con un patrón autónomo universal. Este hallazgo podría ser de utilidad para facilitar el aprendizaje de esta regla y de la generación de corriente alterna, lo que lleva a concluir que la representación de fenómenos físicos por medio de la Lógica transcursiva es útil tanto para describirlos como para generar mapas conceptuales, al poner en evidencia las relaciones entre los estados de dichos fenómenos por medio de representaciones alternativas que se podrían utilizar como medio para facilitar el cambio conceptual.

Palabras claves: Inducción, cambio conceptual, lógica transcursiva, física.

---

[43] FRM - UTN

1.0. Introducción

La Lógica Transcursiva (LT) es un método científico auxiliar o complementario que permite analizar desde la perspectiva del observador, no solo los múltiples hechos que nos plantea la realidad, sino también, ir más allá de la simple apariencia hasta encontrar la “unidad” o el “patrón” (PAU o Patrón Autónomo Universal) que subyace a todo fenómeno.

La principal relación entre el método científico tradicional y el propuesto por la LT queda establecida a través del concepto de simetría. Para aprovechar las ventajas intrínsecas que aporta la simetría, se la debe abordar matemáticamente. La rama de las matemáticas que trata con las simetrías se denomina “Teoría de Grupos”.

Podemos definir simetría como la invariancia bajo un conjunto de transformaciones. Un grupo, entonces, sería un conjunto dado de esas transformaciones. Un PAU es un grupo genérico.

Aislar la estructura esencial o relevante de un fenómeno es equivalente a definir un grupo de transformaciones que una vez aplicadas dejan el problema, esencialmente, en la misma situación desde donde se partió (invariancia). El conjunto de esas transformaciones son las “simetrías” del problema. Un PAU se conforma con los aspectos fundamentales que determinan un fenómeno, y la solución consiste en una regla (una función) que depende solo de esos parámetros básicos.

El grupo genérico consta de dos elementos estáticos que son opuestos, complementarios y concurrentes, y dos elementos dinámicos (las transformaciones), que

cumplen con las mismas condiciones. Uno de los elementos dinámicos liga a los dos estáticos con una transformación evidente, observable, o cuantitativa. El elemento restante representa una transformación oculta, no evidente o de índole cualitativa, lo cual divide este grupo en dos subgrupos que representan sendos niveles: superficial o aparente, y profundo o no aparente, que ciclan en sentido inverso (Salatino, 2017).

Para enfrentar el análisis de una gran diversidad de fenómenos, los cuales son considerados como si fueran verdaderos sistemas, se dispone de varios tipos de PAUs. Estas estructuras relacionales siempre están conformadas por los mismos elementos genéricos y fundamentales, solo varía en cada tipo, la secuencia de sus relaciones. En este trabajo se ha optado por el PAU cíclico, por considerar que es el que se adecua mejor para el análisis del fenómeno de la inducción. En este tipo de estructura relacional, sus dos niveles (superficial y profundo) se desempeñan en forma simultánea, como si de un solo grupo se tratara, que cicla en una sola dirección, en busca de una solución.

2.0. Cambio conceptual

En el año 1988 George Posner (Posner et. al, 1988) analiza el proceso de aprendizaje y propone que para que los alumnos logren un aprendizaje significativo debe producirse un cambio conceptual.

Según Posner, puntos de vista contemporáneos en la filosofía de la ciencia sugieren que el proceso de cambio conceptual en ciencias tiene dos etapas bien definidas, y que hay patrones análogos en el aprendizaje. (Posner, George 1982:212)

Las fases del aprendizaje, que llevan al cambio conceptual son las siguientes:

Asimilación: durante esta etapa los alumnos utilizan los conceptos preexistentes para comprender nuevos conceptos.

Acomodamiento: esta etapa se produce cuando los conceptos preexistentes no son suficientes o son inadecuados para comprender nuevos fenómenos en forma satisfactoria. En esta etapa se reorganizan o reemplazan los conceptos centrales o principales.

Sin embargo, para que se produzca el acomodamiento se deben cumplir algunas condiciones previas (Posner, George 1982:212), que son:

1) Debe existir insatisfacción con las concepciones preexistentes.

2) La nueva concepción debe ser inteligible.

3) La nueva concepción debe parecer inicialmente plausible o posible.

4) Una nueva concepción debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífera.

En relación con el fenómeno de inducción se ha encontrado que en la mayoría de los casos no hay un reacomodamiento de los conceptos, por lo cual no se concreta el cambio conceptual.

Se llega a esta conclusión a través del análisis de los resultados de más de 100 evaluaciones parciales, determinándose que en aquellas preguntas donde se solicitan representaciones gráficas de fenómenos físicos el porcentaje de representaciones correctas es solo de un 30%.

Si adicionalmente se solicita una justificación teórica a la gráfica realizada el porcentaje es menor.

Un ejemplo característico está dado por la siguiente pregunta:

> Con base en la ley de Lenz determine el sentido de la corriente en el resistor ***ab*** de la Figura 1, cuando se abre el interruptor ***S*** después de haber estado cerrado varios minutos.

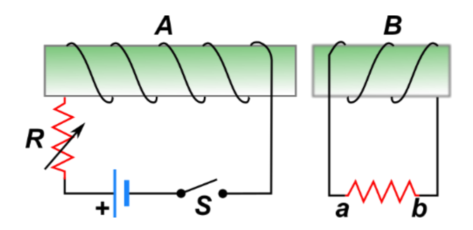


Figura 1 Ejercicio
(Tomado de Ford y Freedman, 2013)

Para resolver este problema es necesario hacer uso, en primer lugar, de la ley de Lenz, para posteriormente aplicar la regla de la mano derecha con la finalidad de determinar el sentido de la corriente en la bobina ***B***.

En este punto conviene detenernos un momento para recordar tanto la Ley de Lenz como la regla de la mano derecha.

La Ley de Lenz dice que la corriente inducida en un bucle, o espira, crea su propia densidad de flujo magnético en la dirección opuesta a la aplicada. (Hurray 2010: 205)

La regla de la mano derecha permite determinar el sentido de circulación de la corriente en una espira

cuando en ésta se induce una fem por variación de campo.

En la Figura 2 se muestra el sentido de circulación de la corriente inducida ***I*** y el campo magnético ***B*** generado por esta corriente.

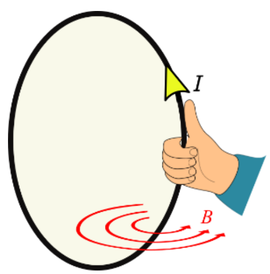


Figura 2 - Regla de la mano derecha

Al consultar a los alumnos sobre la dificultad que han encontrado para comprender los conceptos de fem inducida, ley de Lenz y regla de la mano derecha indican, en la mayoría de los casos, que los mismos no han resultado en primera instancia inteligibles ni posibles.

Puede verse que, en este caso no se cumple las premisas 2 y 3 que propone Postner como desencadenantes del cambio conceptual, dificultándose el aprendizaje significativo.

Otro motivo es que prácticamente no hay conceptos previos, tanto formales como informales, o analogías que puedan utilizarse para llevar a cabo la fase de asimilación de conceptos.

Esta situación es la que ha llevado al autor a buscar alguna representación alternativa del fenómeno de inducción, que pueda reforzar o colaborar con la utilización de la regla de la mano derecha, con la que se

determina el sentido o signo de una fem inducida en una espira, y consecuentemente de la corriente en la misma y por añadidura del campo magnético provocado por dicha corriente.

3.0. Inducción electromagnética, un poco de historia

Según Fizpatrick (Fizpatrick 2008:107), la historia del desarrollo de la Física puede ser analizada como la historia de la síntesis de ideas, en la cual los físicos encontraron qué fenómenos aparentemente distintos se pueden explicar como aspectos diferentes de un mismo proceso fundamental.

Tanto es así que en la actualidad los procesos físicos se describen en términos de tres fuerzas fundamentales: la fuerza de gravedad, la fuerza eléctrica débil y la fuerza eléctrica fuerte. (Fizpatrick 2008:107)

Dentro de la síntesis de ideas previamente mencionada se encuentra el aporte realizado por Michael Faraday, alrededor del año 1830, cuando descubre que la electricidad y el magnetismo son dos caras del mismo fenómeno (Fizpatrick 2008:107). Este descubrimiento es posteriormente formalizado en las hoy conocidas como tercera y cuarta leyes de Maxwell, o ley de Ampere-Maxwell y de Faraday respectivamente. Estas leyes muestran que los campos eléctricos y magnéticos están íntimamente relacionados, cuando hay variación de alguno de ellos, y que ambos se vinculan con la luz.

Si bien el proceso que llevó a Faraday a postular la ley homónima es bien conocido lo recordaremos brevemente.

Alrededor del año 1820 Biot y Savart habían demostrado que una corriente eléctrica que circula por un conductor produce un campo magnético. La relación entre la magnitud de la corriente y la del campo magnético generado por esta corriente se describe por la Ley de Biot y Savart:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot dl \cdot \text{sen}\,\alpha}{r^2} \qquad (1)$$

A partir de ese momento, la meta de los físicos, entre los que se encontraba Faraday, fue determinar si era posible el efecto contrario, es decir si un campo magnético podía producir una corriente eléctrica.

Inicialmente, Faraday realizó experimentos con un toroide sobre el cual arrolló dos bobinas, una de las cuales fue conectada a una pila. Los extremos de la otra bobina los conectó a un galvanómetro. Lo que esperaba encontrar Faraday era el efecto de que el campo magnético, provocado por la corriente en la primera bobina, generaran una corriente en la segunda. Sin embargo, no encontró efecto alguno.

Continuando con sus experimentos y observaciones, Faraday llegó a la conclusión que solo se producía algún efecto en la segunda bobina en los momentos de cierre o apertura del interruptor que conectaba a la primer bobina con la fuente de alimentación.

Esta conclusión queda expresada por lo que se conoce como Ley de Faraday:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} \qquad (2)$$

4.0. Representación de fem inducida por medio de patrón autónomo universal cíclico

Basado en la Ley de Faraday se encuentra que una de las formas de inducir una fem es por medio del movimiento de un imán permanente que se encuentra ubicado en el eje de una espira, lo cual provoca una variación de flujo magnético e induce la fem.

La relación entre la polaridad del campo magnético ***B***, la variación del flujo magnético provocado por una variación de ***B*** y la fem inducida en una espira da lugar a alternativas, que están representadas en las Figuras 3 a 6.

En estas figuras se tienen los siguientes elementos:

B: Campo magnético.
ΔB: Variación del campo magnético.
v: Indica dirección del movimiento del imán respecto de la espira.
ε: Fuerza electromotriz inducida (fem)
I: Corriente generada por la fuerza electromotriz inducida.

Si bien la ley de Faraday habla de una fem generada por una variación de flujo magnético, se ha preferido representar en las figuras la variación de campo

magnético ***B***, porque la relación entre esta variación y la del flujo es lineal, está dada por el valor del área de la espira normal al campo magnético.

Las cuatro alternativas posibles son:

1. Campo magnético positivo (**N**), variación del campo producida por un acercamiento del imán a la espira, que provoca una variación de campo creciente (Figura 3).

   En este caso la fem generada debe ser menor que cero, para contrarrestar un ***ΔB*** mayor que cero, el signo de esta fem está dado por la ley de Lenz.

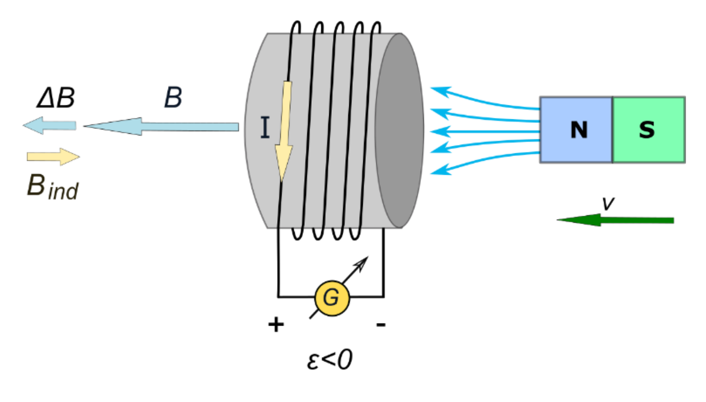


Figura 3

2. Campo positivo (**N**), variación del campo negativa producida por un alejamiento del imán respecto de la espira, que provoca una variación de campo decreciente (Figura 4).

En este caso la fem generada debe ser mayor que cero, para contrarrestar un ***ΔB*** negativo.

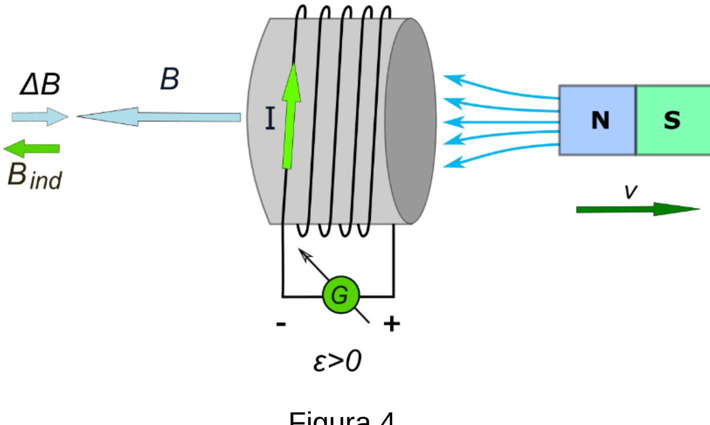


Figura 4

3. Campo magnético negativo (**S**), variación de campo creciente, provocada por un alejamiento del imán respecto de la espira (Figura 5).

   La fem generada debe ser menor que cero, para contrarrestar un ***ΔB*** mayor que cero. Es un caso similar al 1.

   Este caso no es muy intuitivo, pero puede explicarse del siguiente modo: el campo magnético es negativo, y al alejar el imán de la espira, el campo aparenta ser menos negativo, es decir se produjo un ***ΔB*** positivo.

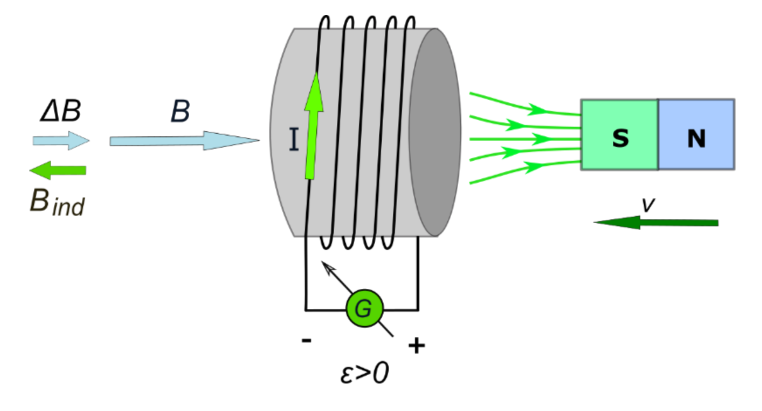


Figura 5

4. Campo magnético negativo (**S**), variación del campo magnético decreciente, provocada por un acercamiento del imán a la espira (Figura 6).

   La fem generada debe ser mayor que cero, para contrarrestar un ***ΔB*** menor que cero.

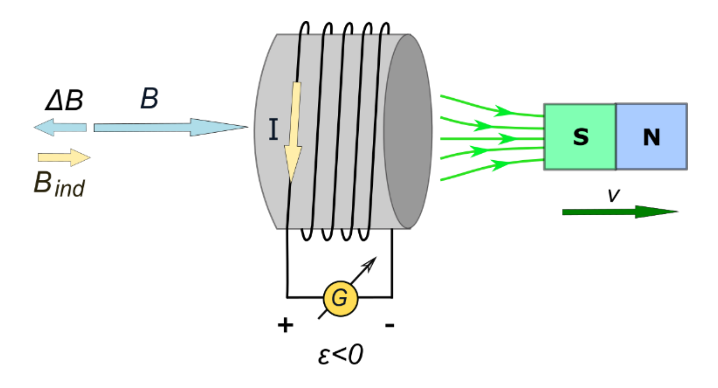


Figura 6

A partir de estos 4 casos, se analizaron diversas posibilidades de representación de la ley de Faraday por medio de patrones autónomos universales, en adelante PAU, y se llegó a la conclusión que el que mejor se adapta para representarla es un PAU cíclico.

Para generar este patrón se tomó en cuenta la representación utilizada por Cuadrado y Salatino en el artículo sobre las *Cuasi-tautologías* (Cuadrado G, Salatino D, 2017, Cap. 13), que, si bien es un PAU funcional, puede ser también utilizada para generar un PAU cíclico.

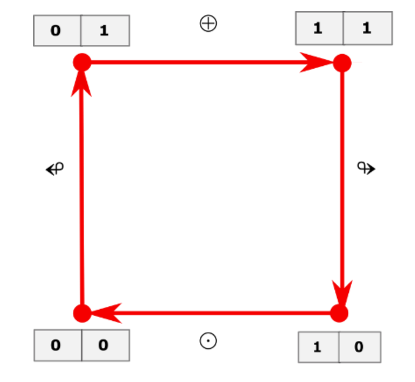
Los elementos utilizados y las reglas para armado de la tabla y del PAU son los siguientes:

> En la columna izquierda de la tabla se representa al campo magnético ***B***.
>
> En la columna central de la tabla se representa la variación de campo magnético ***ΔB***.
>
> Si ***B*>0** (Polo norte más cerca de la espira) corresponde un **1** en la columna izquierda.
>
> Si ***B*<0** (Polo sur más cerca de la espira) corresponde un **0** en la columna izquierda.
>
> Si ***ΔB*>0** corresponde un **1** en la columna central de la tabla.
>
> Si ***ΔB*<0** corresponde un **0** en la columna central de la tabla.

Existe una tercera columna en la que se ha representado el signo de la fem inducida, considerando la ley de Lenz.

El PAU generado con estas reglas se muestra en la Figura 7, el cual cumple con las reglas básicas de la Lógica Transcursiva:

a) Los nodos **01** y **10** indican uno la ausencia del otro, es decir en **01** el campo es menor que cero y en **10** el campo es mayor que cero. Además, en relación con la variación de campo magnético y consecuentemente del flujo magnético, en el primer nodo (**01**) la variación de flujo es positiva, mientras que en el segundo nodo (**10**) es negativa.



$B>0$	$\Delta B>0$	ε
0	1	$\varepsilon<0$
1	1	$\varepsilon<0$
1	0	$\varepsilon>0$
0	0	$\varepsilon>0$

Figura 7

b) El nodo **11** indica co-presencia de las variables ***B*** y ***ΔB***; ambos son mayores que cero. En tanto que, en el nodo **00** hay co-

ausencia de estas variables; ***B*** y ***ΔB*** ambos son menores que cero.

El pasaje de un nodo al sucesivo se muestra en la Figura 8.

⊕	↦	⊙	↤
01	11	10	00
11	10	00	01
10	00	01	11

Figura 8

En la Figura 9 se muestra el PAU, junto con la relación entre campo magnético, la variación de este y el signo de la fem inducida, en total correspondencia con la tabla de Figura 7.

Puede verse que este PAU cíclico representa los 4 casos mencionados precedentemente.

Dado que, en una espira que inmersa en un campo magnético ***B*** gira con velocidad angular ***ω*** se genera una fem cuya polaridad varía cíclicamente en el tiempo, se pensó que probablemente el PAU cíclico de figura 7 también podría representar a la generación de corriente alterna.

En primer lugar, el flujo magnético que atraviesa el área de la espira en rotación se puede representar por medio de la siguiente función cosenoidal:

$$\Phi_B = \vec{B}.\vec{A} = B.A\cos\omega t \qquad (3)$$

Recordando que según la Ley de Faraday (2) la fem inducida es:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt} \qquad (4)$$

Reemplazando (3) en (2) y derivando se tiene la función senoidal (5), que representa a la fem inducida.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = \omega\ B\ A\ sen(\omega t) \qquad (5)$$

La representación gráfica de las funciones (3) y (5), así como su relación temporal puede verse en la figura 10. En esta misma figura, en la parte inferior, se ha representado para algunos instantes de tiempo la posición de la bobina y del vector Área de esta.

Si a esta figura le agregamos los códigos correspondientes al PAU de figura 7 puede verse que el sentido de rotación del mismo, dado por la secuencia **10**, **00**, **01**, **11**, se corresponde exactamente con lo que ocurre con la función que representa a la variación de flujo en la bobina en los instantes 0 a π/2 (**10**); π/2 a π (**00**); π a 3/2 π (**01**) y 3/2 π a 2 π (**11**), cuando el campo magnético va de izquierda a derecha.

Además, el signo de la fem que se indicó en la columna 3 de la tabla de la Figura 7 se corresponde exactamente con el signo de la función senoidal que la describe, en los intervalos de tiempo citados en el párrafo precedente.

Entonces, el PAU cíclico de Figura 7 representa adecuadamente tanto a la Ley de Faraday como al proceso de generación de corriente alterna cuando una bobina inmersa en un campo magnético rota con velocidad angular constante.

Figura 9

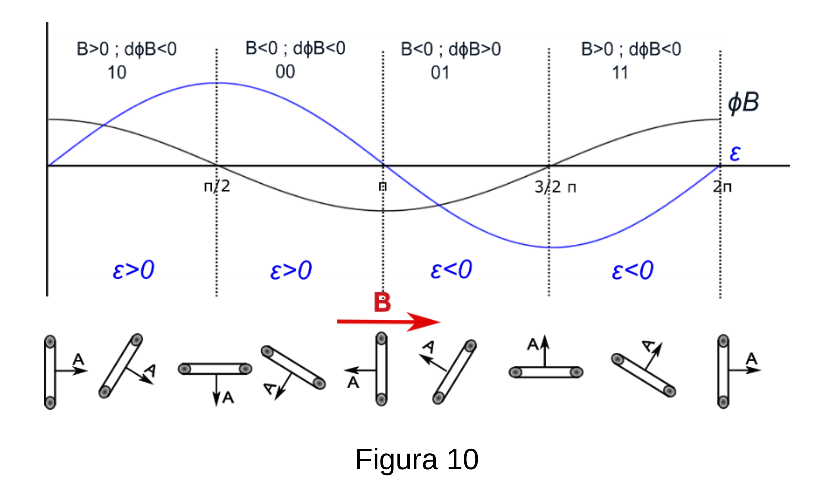


Figura 10

Adicionalmente, se podría decir que usando el patrón autónomo universal de la Figura 7, con pequeñas variaciones en los nombres de las variables, sería factible representar tanto a una función senoidal como a una función cosenoidal, ambas cíclicas.

La propuesta metodológica que resulta de este análisis no pretende reemplazar a la regla de la mano derecha como instrumento para determinar el signo de una fem inducida que habitualmente se encuentra en los textos referentes al tema, como en Ford y Freedman, pág. 962, sino que se presenta como un método alternativo con el cual, a partir de una situación inicial, por ejemplo campo magnético positivo, se pueda determinar cuál es el signo de la fem cuando se produce una variación del campo magnético o una variación de su signo.

Conclusión.

Se ha demostrado que por medio de patrones autónomos universales cíclicos es posible representar el

fenómeno de inducción electromagnética desde el punto de vista de las experiencias realizadas por Faraday. También es posible representar el fenómeno de generación de corriente alterna que se produce en una espira que gira en un campo magnético estable, dado que la función que representa a esta corriente alterna es una función senoidal, representada también por un patrón autónomo universal cíclico.

Queda abierta la posibilidad de analizar si un PAU cíclico se podría utilizar para representar otros fenómenos físicos como por ejemplo la oscilación que se produce en un circuito LC sin amortiguación.



REFERENCIAS

Cuadrado G., Salatino D. Cuasi-tautologías: el caso de la polilla del abedul. *Creatividad, investigación y lógica transcursiva.* Dante Roberto Salatino; Guillermo Alberto Cuadrado; Luis Eduardo Gómez. 1a ed compendiada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, 2017.

Belendez, A. (2008). La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la síntesis electromagnética de Maxwell. Revista Brasileira de Ensino de Física, 30, 2601–1 – 2601–20. Retrieved from www.sbfisica.org.br

Fitzpatrick, R. (2008). Maxwell's equations and the principles of electromagnetism. Hingham, Mass: Infinity Science Press.

Fleisch, D. A. (2008). A student's guide to Maxwell's equations. Cambridge, UK ; New York: Cambridge University Press.

Ford, A. L., & Freedman, R. A. (2013). Sears y Zemansky Física universitaria. Naucalpan de Juárez (México): Pearson.

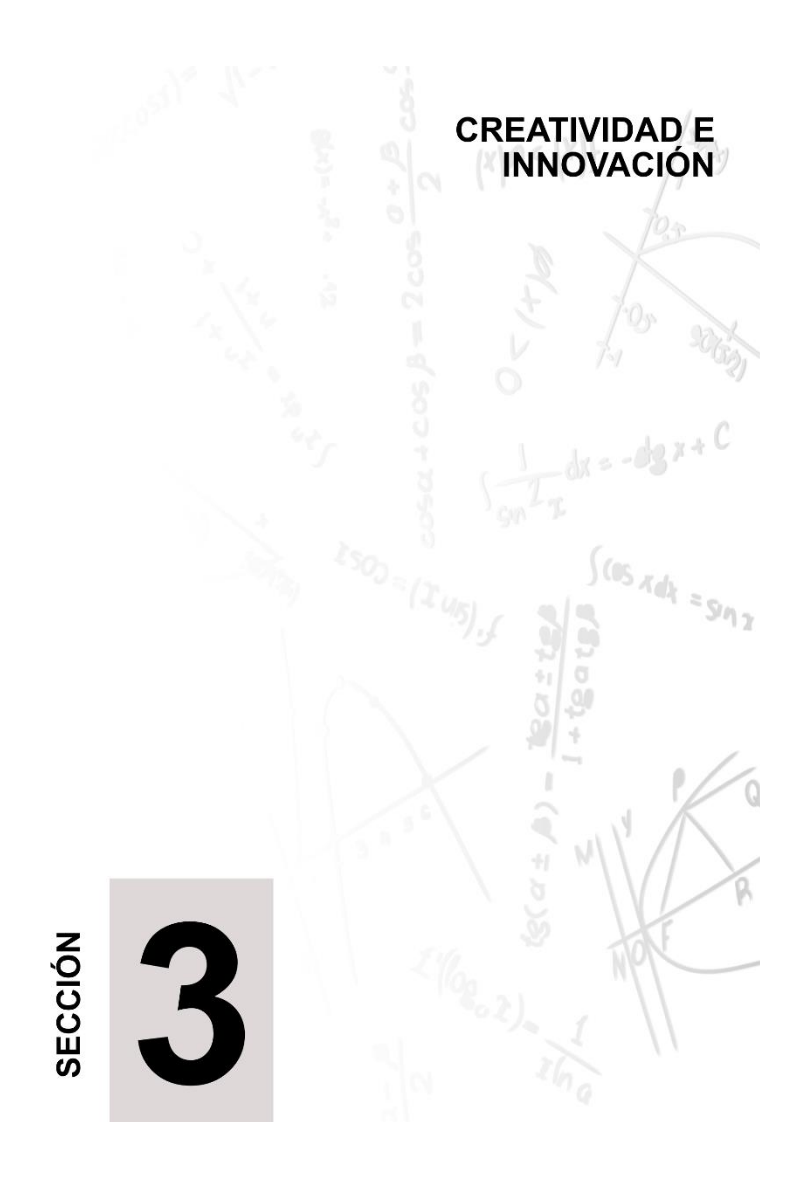
Gamow, G. (1987). *Biografía de la física*. Barcelona: Salvat.

Huray, P. G. (2010). *Maxwell's equations.* Hoboken, N.J: John Wiley & Sons, Inc.

Posner, G, et. al. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, *66(2)*, 211-227.

Salatino, D. R. (2017). *Tratado de lógica transcursiva : origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva*. Godoy Cruz, Mendoza.

--◊--



CREATIVIDAD E INNOVACIÓN

SECCIÓN

3

9. ARTE Y TECNOLOGÍA EN LOS MECANISMOS CINÉTICOS DE THEO JANSEN

Una interpretación desde la Lógica Transcursiva

Gustavo A. Masera[44]; María Gabriela Vásquez[45]; Dante R. Salatino[46]; Ricardo Palma[47]

Resumen:

El propósito de este artículo es indagar sobre el significado de los *strandbeesten* creados por el holandés Theo Jansen (1948). Se plantea que en la colección de mecanismos convergen, por lo menos, cuatro áreas de trabajo: la científico-tecnológica sobre ingeniería mecánica; la biológica; la de vínculos entre estética y tecnología; y la socioambiental. El aporte específico de la investigación se centra en la interpretación del significado de estos artefactos de Jansen según la Lógica Transcursiva (LT), teniendo en cuenta sus series evolutivas. La metodología de la LT es adecuada para enfrentar estas propuestas de seres animados, ya que, si bien no implican un *perpetuum mobile* porque hay que activarlos ocasionalmente, sí son autómatas finitos, igual que el Patrón Autónomo Universal (PAU). Por último, se presentan algunas discusiones emergentes sobre sus efectos teóricos y disciplinarios.

Palabras claves: Jansen, tecnología cinética, evolución, lógica transcursiva, arte cinético

"I believe that the walls between art and engineering exist only in the mind", (Creo que las murallas entre el arte y la ingeniería existen sólo en la mente). Theo Jansen [48]

---

[44]Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, Universidad del Aconcagua.

[45]Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

[46]Instituto de Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

[47]Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo.

1.0. Una aproximación a la obra de Theo Jansen

Theo Jansen se formó en ciencias fisicomatemáticas en la Universidad Técnica de Delft (Países Bajos), uno de los paraísos académicos a nivel internacional para la innovación, la creatividad y la exploración de caminos en la integración arte, tecnología e ingeniería. De hecho, una de sus unidades académicas, la Facultad TPM (*Technology, Policy and Managment)* es un ejemplo de la inserción del subsistema tecno-ingenieril en la dimensión más vasta del sistema social y en la cimentación de puentes interdisciplinarios e interorganizacionales para la solución de problemas críticos de la sociedad (transporte, logística, energía, infraestructuras, ciudades inteligentes, etc.) en donde convergen actores industriales, académicos, organizaciones no gubernamentales y entes político-administrativos bajo modelos colaborativos[49].

Como resultado de esta formación, Jansen no vio como contradictorio buscar sus primeros entusiasmos en la expresión visual. No obstante, y tal como lo ha señalado Van der Straeten (2007), estuvo siempre en su intención combinar estas actividades artísticas con la ciencia. A modo de ejemplo, se puede mencionar el desarrollo de la "máquina de pintar" durante el período 1984-1986, la cual escaneaba con un sensor electrónico moviéndose en líneas horizontales de arriba abajo la cantidad de luz proveniente de las personas y los objetos frente al objetivo, para luego pulverizar un lienzo con mayor o

[48]Frase de Theo Jansen expresada en el contexto de una entrevista, repetida luego en una publicidad de la industria automotriz alemana (BMW): *"I believe that the walls between art and engineering exist only in the mind",* citado en: C. Lanzl, 2016: 53. El comercial antedicho puede ser encontrado en http://www.youtube.com/watch?v=a7Ny5BYc-Fs

[49]Cfr. https://www.tudelft.nl/en/tpm/

menor densidad de pintura negra, produciendo una réplica casi fotográfica de las personas y los objetos.

Con el tiempo, su producción tecno-artística se orientó a la creación de organismos cinéticos que denominó "bestias de la playa" o *strandbeesten*[50]. Estos animales surgen de cálculos y diseños elaborados mediante programas de simulación y modelización algorítmica, para luego nacer a la vida en reconstrucciones tridimensionales.

"*Su interés por diseñar organismos vivos y autónomos a través de software le lleva a iniciar su serie de esculturas cinéticas, el proyecto que le ha proporcionado un reconocimiento a nivel internacional*" (Vicente, 2005).

Estas estructuras movidas por el viento son en realidad mecanismos autónomos que no requieren "motores, sensores o ninguna clase de tecnología avanzada" para su dinámica.

Con el tiempo, Jansen ha complejizado la serie de estos seres, en la búsqueda de una mayor autonomía, capacidad de supervivencia y precisión de sus movimientos, mediante sucesivas generaciones de ejemplares que ya conforman un vasto árbol genealógico (Jansen, 2007). De hecho, su serie evolutiva va por la duodécima generación.

La rara belleza y el misterio que poseen estos artefactos de grandes dimensiones, que se mueven lentamente a la deriva del viento por la costa del mar, llevan a pensar que se encuentra en una zona donde comparten la búsqueda estética y el desarrollo de mecanismos tecnológicos adaptables al entorno socioespacial. En otro plano, los *strandbeesten* generan consecuencias

[50]Según el término plural en holandés; *strandbeest* en singular.

ontológicas, ya que son –sin dudas- una nueva forma de vida involucrada activamente en la formación del paisaje y reconocida como tal por el resto de los habitantes del territorio. Pero, tal como se plantea son, asimismo, organismos inspiradores para los investigadores de nuevas áreas en ingeniería de control, robótica, inteligencia artificial e incluso, en el diseño de conjuntos mecánicos que faciliten la optimización y la eficiencia del gasto energético.

2.0. De las dunas a los sistemas biológicos

La preocupación de Jansen por dotar de forma y movimiento a estas bestias lleva varios años. Con sus palabras explica que:

> "*Desde 1990 me he ocupado en crear nuevas formas de vida. No he usado polen o semillas como material básico para esta nueva naturaleza, sino tubos de plástico amarillo. Hago estructuras capaces de moverse con el viento, por lo que no tienen que alimentarse. Con el tiempo, esas estructuras o esqueletos han mejorado su supervivencia a elementos como tormentas o lluvias, y en el futuro quiero soltar a estos animales en manadas por las playas, para que vivan sus propias vidas*".[51]

Animaris, término compuesto que surge de la unión de animal y mar, es otro de los nombres propuestos por Jansen para sus creaciones, que en la práctica son estructuras realizadas con tubos de PVC (normalmente

[51]Theo Jansen en su página web: *Theo Jansen´s strandbeest*. Disponible en: http://www.strandbeest.com/ El texto original: *"Since 1990 I have been occupied creating new forms of life. "Not pollen or seeds but plastic yellow tubes are used as the basic material of this new nature. I make skeletons that are able to walk on the wind, so they don´t have to eat. "Over time, these skeletons have become increasingly better at surviving the elements such as storm and water and eventually I want to put these animals out in herds on the beaches, so they will live their own lives*".

utilizadas en instalaciones industriales), junto a otros materiales de bajo costo y uso generalizado, como las telas de polímero, cintas adhesivas, hilos de nylon, botellas de gaseosas de plástico, etc.

Los *animaris* son, al mismo tiempo, artefactos tecnológicos, esculturas cinéticas y sistemas vivientes, que evolucionan en la mente de su creador que busca mejorar su adaptación al ambiente de playas marinas. Jansen explora y crea nuevas capacidades para estas máquinas: botellas de plástico para acumular aire a presión aprovechando el viento, sensibilidad al agua y a los cambios de presión ambiental, etc.

El nombre *animaris* no surge casualmente, sino que representa el territorio en donde estos ejemplares habitan, descansan, y caminan con sus grandes cuerpos sacudiendo la arena. Con esas acciones colaboran con el propósito principal de frenar los avances del mar sobre la costa. Es que, en ese entorno climático-geográfico, la formación y los cambios de las dunas se convierten en un elemento central de la dinámica ecosistémica.

Es por esto por lo que Jansen impulsó sus primeros mecanismos con el principal objetivo de defender la altura de las arenas, como barreras frente al avance marítimo, en previsión de los efectos del cambio climático. Con posterioridad, sus artefactos cinéticos cobraron vida, al sobrevivir unos y otros ser desechados y generaron su propio derrotero en los esfuerzos por sobrevivir a las condiciones de existencia.

Por las razones expuestas, aproximarse a Jansen implica comprender de dónde surge su motivación principal para generar estas esculturas en movimiento. Se plantea que en los fundamentos de su obra

convergen, fundamentalmente, diversas líneas: la científico-tecnológica; la biológica; la de vínculos entre estética y tecnología; y la socioambiental.

En primer lugar, la científico-tecnológica, a partir de su formación profesional que obtiene en la Universidad de Delft, en particular la que se vincula con la física y las matemáticas aplicadas y la ingeniería mecánica. Este acercamiento técnico está siempre presente, ya que las “bestias de la playa” poseen aspectos materiales, movimiento, articulaciones, los que deben ser minuciosamente calculados, etc. En la actualidad, hay una línea de trabajo que analiza el comportamiento mecánico de los *strandbeest* mediante algoritmos (p.e., Patnaik, 2016). No obstante, debe tenerse en cuenta que el propio Jansen señaló sus diferencias con los planteos tradicionales de la “ingeniería clásica” al afirmar que la estrategia que ha seguido no es la obvia ni se sitúa en la lógica profesional, ya que la creatividad no plantea los mismos problemas ni responde lo obvio.[52]

En segundo lugar, la biológica, de donde se nutre de las teorías evolutivas sobre la adaptación y el cambio de los sistemas vivientes. A esta preocupación por la sustentabilidad del desarrollo se unió la lectura de la obra *The Blind Watchmaker* de Richard Dawkins (1986). ¿Qué encontró Jansen en la obra del biólogo? Un conjunto de fundamentos para comprender el significado profundo de la evolución en lo que respecta a la dinámica y adaptabilidad a los sistemas ecológicos de las formas vivientes. Dawkins influyó en su concepción “sobre la evolución de las especies y lo llevó a explorar programas de simulación algorítmica de vida artificial”.

[52]Theo Jansen: *“I was forced to seek out escape routes that were neither logical nor obvious. The strategy I followed is the reverse of that taken by an engineer”.* En: Loek van der Klis, 2008: p. 28. John Wiley & Sons Ltd. Images

Sus bestias escenifican la dinámica de los sistemas biológicos que pugnan por su adaptación al ambiente.

En tercer lugar, el área que vincula las búsquedas estéticas con la tecnología. Los desafíos teóricos, metodológicos y de aplicación que plantean estas "bestias" conllevan el abandono de los límites disciplinarios, como señaló el propio Jansen: "Las murallas entre arte e ingeniería sólo existen en nuestras mentes". De hecho, algunos ejemplares son exhibidos en diversos ámbitos artísticos y científicos (cfr. Pérez Lecaros, 2018), pues su misma existencia, en tanto que entes reales que son y no ficciones, diluyen o flexibilizan las fronteras y los marcos de interpretación esquemáticos y rígidos.

Por último, la socioambiental, relacionada con la pragmática para generar soluciones al calentamiento global y como colaboración con el desarrollo sustentable de los bordes costeros en los Países Bajos y la experimentación con tecnologías sencillas y apropiadas para el consumo energético eficiente.

3.0. Análisis de los strandbeesten según la lógica transcursiva

La fuerte relación que existe entre la percepción de un sujeto y su entorno se proyecta desde la pequeña fracción del medio ambiente que lo rodea, por vías diversas, hacia un acoplamiento fecundo. Este *Umwelt* (Uexküll, 1909, p. 7) es relevante porque determina que el comportamiento y la conducta de ese sujeto se desplieguen como emergentes del genuino vestigio filogenético de preservar la vida. Tal "continente" germinal deriva en nuevas relaciones, elaboradas desde un contenido generoso en espacios, en tiempos y en palabras.

“Todo lo que nos rodea es simplemente una invitación a observar. Soñamos nuestras vidas. Vemos lo que pensamos.” (Jansen, abril de 2018, Algoritmos del Viento, Sgo. de Chile)

El arte cinético de Theo Jansen, tal como lo hace la lógica transcursiva (Salatino, 2017), ofrece la posibilidad y la libertad de “construir”, de crear vías propias (subjetivas) que, sin determinación previa, nos permitan un acercamiento a lo vivo (Figura 1).

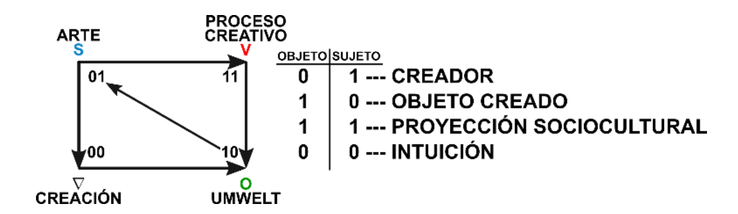


Figura 1 ARTE DEL MOVIMIENTO O DE LA VIDA

El esquema anterior muestra que la proyección sociocultural que representa un proceso creativo no solo determina una relación aparente entre el creador, el dominador del arte, y el objeto creado. Más allá de eso, implica una participación activa, un compromiso de la dinámica de su entorno inmediato o mundo circundante, su *Umwelt*, en un ciclo donde no hay oposición entre sujeto y objeto y donde la intuición faculta toda creación. El movimiento, en el arte de Jansen, es el elemento clave que asocia el objeto creado con la vida. Tal como el mismo artista lo expresa:

“Nuestra retina es muy sensible hacia los animales. Inmediatamente, los reconocemos por su movimiento. Entonces, ese cúmulo de tubos cuando se mueve se transforma en otra cosa en la mente de la gente. ¡Cobra vida!” (Jansen, 2017).

Inspirado en la evolución monofilética, Jansen, nos ha legado un registro fósil y una historia evolutivo-genealógica de las actuales generaciones de sus *strandbeesten*. A través de esta historia se puede ver cuál fue la secuencia evolutiva de los signos de "vida" que mostraron estos particulares "animales" (Figura 2).

Una de las formas que tienen de manifestar el privilegio de "estar vivos", los *animaris* de Jansen, es a través del movimiento de sus patas, definido por un mecanismo sofisticado (Figura 3). Cada pata está definida por un código genético dado por "13 números sagrados", la longitud de 11 componentes y la dimensión de 2 manivelas – proporciones que permiten moverse armónicamente a esas piernas. Estos números surgen de un algoritmo evolutivo que busca optimizar el movimiento de los pasos.

ERA	PERIODO EVOLUTIVO	SIGNOS DE VIDA	PROPULSIÓN
DIGITAL -1990	PREGLUTON	———	———
III 1991 1993	CHORDA	CAMINA CON SUS PIERNAS	ASISTIDA
VII 2001 2006	VAPORUM	ESTÓMAGO Y MÚSCULOS	AUTÓNOMA
VIII 2006 2008 ANALÓGICA	CEREBRUM	MECANISMOS DE CONTROL	MEJORADA
X 2012	ASPERSORIUM	MUEVEN SUS COLAS	MEJORADA
XI 2013 2015	AURUM	GLÁNDULAS SUDORÍPARAS	MEJORADA (Vel. 15 Km/h)
XII 2016+	BRUCHUM	FORMAS ONDULATORIAS	MEJORADA

Figura 2 EVOLUCIÓN VITAL

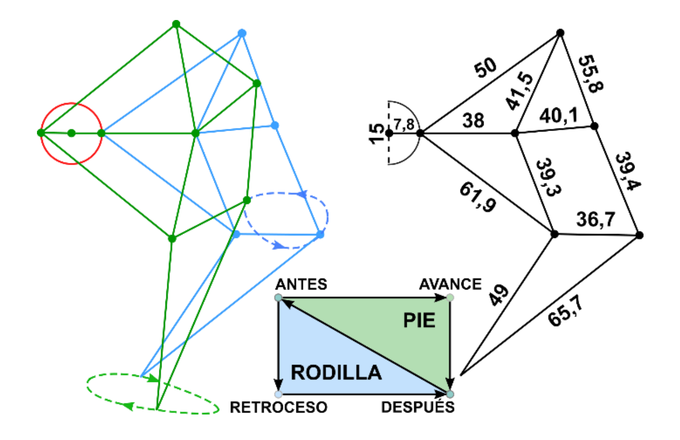


Figura 3 PAU CINÉTICO

El mecanismo planar cinético de las piernas -representado en el PAU cinético- es la exteriorización “fenotípica” de los “13 números sagrados” de su ADN. Un genotipo que define el enlace modular de sus articulaciones, inspiradas biológicamente, apto para aprovechar al máximo, la energía natural que le provee el aire. La calidad del caminar está dada por el largo de los tubos (los “genes”, según Jansen). Una forma de “reproducir” los *animaris* es remplazando sus “genes”. Para que esto responda a un mecanismo autónomo y no demande años de “evolución”, Jansen inventó los “genes” de longitud variable.

Estos tubos contienen pistones, por lo que se asemejan a músculos que pueden cambiar su longitud. Cuando el aire circula por su interior (activación) se extienden. Cuando el aire cesa, se retraen. La Figura 4 muestra los códigos genéticos binarios superpuestos a un PAU.

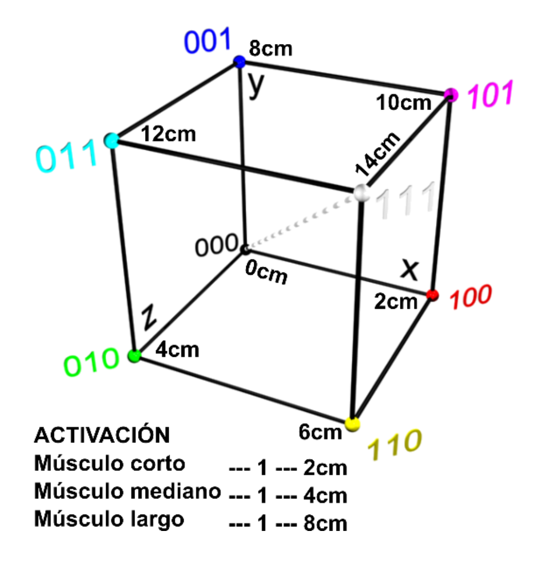


Figura 4 PAU DE LOS GENES COMPLEJOS

Estas criaturas sordomudas y ciegas tienen otra manera de seducirnos con su "vitalidad". Mediante el "tacto" pueden "sentir" la dureza de la arena, el agua y los objetos. Estas y otras habilidades que completan su comportamiento, son producto de un "cerebro" que surgió durante el 8vo periodo evolutivo (Figura 5).

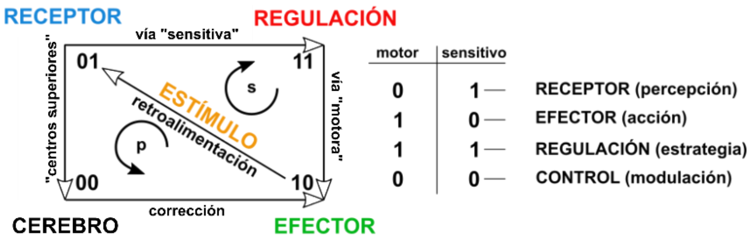


Figura 5 PAU DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE LOS "*Animaris*"

La Figura 5 pone en evidencia que en la “vida sensorial” de los *animaris*, todo comienza con un estímulo, que tanto puede venir desde el entorno (viento, presencia de agua o arena blanda, o un objeto en el camino) como desde el propio ámbito corporal (arena en sus “articulaciones”). Por una vía “sensitiva” la señal viaja hacia los centros reguladores en donde se lleva a cabo la selección del tipo de respuesta según una estrategia y una táctica determinadas. Por ejemplo, según se haya sensado agua, o una tormenta, o demasiada calma, o arena suave o si ha cambiado la dirección del viento (todos estos sensores funcionan con aire comprimido almacenado en su “estómago” de plástico). El proceso de regulación cumple con la función de restablecimiento, lo más rápido posible, del estado de equilibrio previo a la aparición de la perturbación que significa, para el sistema, un estímulo.

Dado que este rudimentario “sistema nervioso” es un lazo cerrado, las señales que se originan al ejecutar la respuesta ante el estímulo, retroalimentan el sistema para que sean “comparadas” con las originadas por el mecanismo regulador. Si existiera alguna diferencia (error), ésta es enviada a los “centros superiores” (el “cerebro” elemental de los *animaris*), encargados de realizar los ajustes. Entre los logros “neurológicos” de Jansen, podemos mencionar el “pedómetro” (un contador binario de pasos) que es capaz de producir algunos “reflejos” en el *animaris*. Entre ellos: si “toca” el agua o detecta arena blanda, gira y cambia de dirección.

4.0. Discusiones sobre los diversos abordajes y legado de la obra de Theo Jansen

Hay diversas reflexiones sobre el significado y los efectos de los aparatos que se mueven en la playa impulsados por el viento. Una de ellas analiza la

influencia que tienen los mismos en las investigaciones de inteligencia artificial. Otros, sobre los estudios de cinemática y dinámica, en la medida en que algunas de estas bestias son mecanismos con enlaces complejos, que se podrían usar en aplicaciones robóticas móviles y en el análisis de marchas planares, imitando (biomímesis) el patrón de movimiento de la pierna de un mamífero que camina (Patnaik and Umanand, 2015). Es por ello por lo que ciertos autores (p.e. Dange, 2017; Komoda and Wagatsuma, 2015; Nansai et al, 2013) sostienen que los mecanismos de Jansen están ganando gran popularidad entre los investigadores de robótica debido a su diseño escalable, con gran eficiencia energética y con soluciones de locomoción bio-inspiradas, mediante modelización de experiencias de análisis dinámicos de estructura de patas articuladas, etc.

La progresiva generación de artefactos revela otras posibles utilizaciones de los mecanismos de Jansen, que van más allá de la necesidad de mantener el nivel de altura de las dunas o de la belleza de las formas y de los movimientos. En este sentido, se ha visto que la evolución de las bestias de playa muestra derivaciones hacia áreas de investigación con mucho futuro.

En un plano teorético, los diseños de Jansen pueden encontrar parentesco y derivaciones atractivas en los enfoques socio-construccionistas de Seymour Papert acerca de las nuevas formas del aprendizaje educativo (Ackermann, 2004: Vicario Solórzano, 2009).

Para otros, la construcción de artefactos animados semejantes a animales, aunque sin vida en un sentido pleno, son objetos que representan nuevos esquemas de creación tecnológica y de conciencia sobre la vida, ya

que difuminan la brecha entre la realidad de lo que está vivo y lo que no lo está (Balint and Hall, 2015).

Un elemento central es la evolución: estas criaturas son progresivamente más complejas y capaces, si se toma en cuenta su mejor ensamblaje y su creciente capacidad de movimiento autónomo producto de la mayor flexibilización de las articulaciones. Al mismo tiempo, varios de los mecanismos surgen de una concepción evolutiva del fenómeno vital donde cuentan: la herencia, la adaptación y la hibridación. Por ejemplo, las criaturas de Jansen se adaptan al entorno local, pero sometidas a la fuerza del viento, la lluvia y las condiciones climáticas, sólo las más aptas para la supervivencia dejarán en herencia su "estructura genética": la disposición de los enlaces y la disposición de los tubos de sus partes flexibles y móviles. Un caso ejemplar de mejora en su capacidad de supervivencia darwiniana lo muestra el llamado *Animaris Sabulosa*, cuando "hunde su nariz en la arena para anclarse si detecta que el viento es demasiado fuerte para permanecer en pie" (Vicente, 2005).

En la actualidad, Jansen trabaja en la especie *Animaris Mulus,* décima segunda generación según su escala de periodos evolutivos– con la esperanza de que algún día puedan ser autónomas e incluso sobrevivir a su propia intervención como tecnólogo e inventor. En efecto, el ingeniero y artista holandés redefine el sentido de creación ontológica al crear nuevas "especies" y criaturas vivientes con articulaciones, que hacen ruido, se adaptan evolutivamente y se mueven activadas con la fuerza del viento desplazando sus esqueletos cuasi primitivos por la arena mojada. Además, estas bestias viven en la playa, forman parte del paisaje y participan de su construcción física y simbólica.

La obra de Jansen también permite pensar los rasgos de un posible poscapitalismo ya que sus artefactos están construídos a partir de materiales de fácil acceso, de desecho y/o reciclados. Este factor sólo, llenaría de gozo a críticos de la cultura de la era industrial, tales como Raymond Williams y David Harvey, por la valorización que realiza Jansen de objetos que intrínsecamente ya no poseen ningún valor mercantilista para el consumo o el intercambio.

De otro lado, estos mecanismos originales en su composición, estructura y movimiento, "invitan a explorar las posibilidades de la creación, la evolución del conocimiento y la relación con el medio ambiente" (Pérez Lercaros, 2018), lo que lleva a una dimensión clave en la sociedad posindustrial: la sostenibilidad en condiciones extremas.

Es así que mediante diseños que se repiten en lo esencial, aunque modificados con el objetivo de una progresiva adaptación al ambiente, los organismos han evolucionado a lo largo de los años, revelando las posibilidades estéticas, mecánicas y vitales que generan estos rebaños de bestias y sobre todo, la fascinación por el movimiento autónomo.

> "*Al producir estas criaturas, Jansen espera aprender más de la naturaleza, al enfrentar los problemas de supervivencia que deben superar. Plantea que su desafío es empujar los límites de lo que conocemos y de aquello que entendemos como posible*" (Muñoz, 2010; 6).

La misma Lógica Transcursiva posibilita futuros caminos de reflexión, puesto que permite relacionar a los organismos de Jansen con conceptos como contextura, heterarquía, lenguaje negativo, sistemas reales, simetría, etc. Todo lo cual abre una vía para una

comprensión más compleja de los aspectos de filogenia y ontogenia, y de esta manera poder abordar las relaciones internas de los *animaris* entre patas/músculos, columna, estómago, alas, cerebro, y en comparación con otros sistemas de supervivencia.

Asimismo, en relación a futuras investigaciones, la Lógica Transcursiva abre la puerta para que el *Umwelt* sea visto como oposición a un ambiente determinístico. En este sentido, el ciclo funcional se puede relacionar con la LT ya que propone un círculo que va desde los receptores (parte perceptual) a los actuadores (o agentes actuantes), pasando por elementos de sentido y significado de la vida del sujeto/objeto.

5.0 Conclusiones

La perspectiva de la Lógica Transcursiva (LT) permite una aproximación diferente sobre los mecanismos cinéticos creados por Jansen. En efecto, el método de la LT desborda las interpretaciones habituales basadas en la ingeniería mecánica o en los aspectos exclusivamente tecnológicos, puesto que su objetivo liminar se orienta a la explicación del origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva.

En particular, cuando su análisis se enfoca en la creatividad humana, como por ejemplo cuando ésta se expresa en la gestación de mecanismos cuasi-autónomos, la LT pone de manifiesto la unidad estructural, genética e íntima que existe en la multiplicidad de las formas vivientes. Incluso, facilita la reflexión sobre el proceso complejo de la reproducción de las series, en la medida en que en la sucesión de las mismas hay una incorporación de conocimiento sobre los cambios en la forma en que la información “genética”

se organiza y transmite de una generación a otra. En este sentido, el propio Jansen ha señalado que

> "*Es realmente extraño que la gente encuentre vida en mis bestias. Tal vez lo logré simplemente porque seguí el proceso darwiniano de la evolución. Es decir, no fui yo quien hizo los animales: sólo acaté las reglas que dictaban los tubos con que están fabricados*" (citado en Luisgré Martín, 2018).

Los mecanismos de Jansen recuerdan, en un sentido análogo, esas líneas inspiradoras de Charles Darwin sobre el desarrollo de las formas vivientes:

> *"Hay grandeza en esta visión de que, en la vida, con sus varios poderes, habiendo sido originalmente gestada en algún breve número de formas o en una sola; y que, mientras este planeta ha ido girando según la constante ley fija de la gravitación, se han desarrollado y están evolucionado -a partir de un principio tan simple- infinidad de formas, las más bellas y las más maravillosas*."[53]

[53] El párrafo completo: "There is a grandeur in this view of life, with its several powers, having been originally breathed into a few forms o into one; and that, whilst this planet has gone cycling on according to the fixed law of gravity, from so simple a beginning endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being, evolved." Charles Darwin. *On the Origin of the Species by menans of natural selection.* New York, Appleton and Co., 1859, p. 425

REFERENCIAS

ACKERMANN, E. (2004). "Constructing Knowledge And Transforming The World", in: M. Tokoro and L.Steels (Eds.). *.A learning zone of one's own: Sharing representations and flow in collaborative learning environments* [Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington, DC. IOS Press, 2004. Part 1,. Chapter 2. pp. 15-37.

BALINT, T. S. and A. Hall (2015). "Humanly space objects. Perception and connection with the observer". *Acta Astronautica*, 110, pp. 129–144.

DANGE, S., A. Jadhav, K. Bharambe and S. Chaudhari (2017). "Study on Theo-Jansen Four Leg Walking Robot", *International Conference On Emanations in Modern Technology and Engineering* (ICEMTE-2017), Volume: 5 Issue: 3, pp. 44 – 47.

JANSEN, T., *Strandbeest*, Website, 2014. http://www.strandbeest.com/.

JANSEN, T. (2007). *The Great Pretender*. Netherlands, Uitgeverij 010, Rotterdam.

JANSEN, T. (2007), "Strandbeests", in: *Architectural Design*, Vol 78, No 4, p. 22-27.

JANSEN, T. (2017). "Asombrosas criaturas." Noticias 22. https://www.youtube.com/user/noticias22agencia/featured

KLIS, L. van der (2008). *Strandbeests*. London, John Wiley & Sons.

KOMODA K. and H. Wagatsuma (2015). "A Determinant Analysis to Detect the Singularity of the Extended Theo Jansen Mechanism in the Phase-Rotation-Amplitude Parameter Space", *Journal of Computer Science & Systems Biology,* vol 9 (1), pp. 10-22.

LANZL, C. (2016). "Dream Machines. A Conversation with Theo Jansen". In: *Sculpture*, june, pp. 50-55.

MARTIN, Luisgré (2018). “Las bestias de la playa”, en: *El País Semanal*, sección El pulso, 31 MAY 2018, https://elpais.com/elpais/2018/05/28/eps/1527530388_480040.html
MUÑOZ, P. (2010). “Las Strandbeest de Theo Jansen”, *Brevis,* p. 6.
NANSAI, S., M. Rajesh Elarab and M. Iwasea (2013). “Dynamic Analysis and Modeling of Jansen Mechanism”, *Procedia Engineering* 64, International Conference on Design and Manufacturing, IConDM 2013, pp. 1562-1571.
PATNAIK, L. and L. Umanand (2016). “Kinematics and dynamics of Jansen leg mechanism: A bond graph approach”. *Simulation Modelling Practice and Theory,* n. 60,, pp. 160–169.
PÉREZ LECAROS, A. (2018). Theo Jansen. *Algoritmos del Viento. Una exposición de medio ambiente, arte y evolución* (14 de abril - 1 de julio 2018). Centro Nacional de Arte Contemporáneo Cerrillos, Fundación Mar Adentro, República de Chile, Texto introductorio
SALATINO, D. R. (2012). *Aspectos psico-bio-socio-culturales del lenguaje natural humano. Introducción a la teoría psíquica del lenguaje* - Mendoza, Argentina - Desktop Publishing, Amazon.
SALATINO, D. R. (2017). *Tratado de Lógica Transcursiva. Origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva.* Mendoza, Edición del autor.
SENGUPTA, S. and P. Bhatia (2017). “Study of Applications Jansen’s Mechanism in Robot”, *International Journal of Advance Research and Innovation.* Volume 5, Issue 3, pp. 354-357.
VAN DER STRAETEN, B. (2007). “Dreams and Achievements. Theo Jansen’s Beach Creatures”, in: TLC (The Low Countries. Arts and Society in Flanders and the Netherlands, vol. 15, p. 162-169.

VICENTE, J. L. de, (2005): "Theo Jansen", en catálogo de ArtFutura 2005, http://www.artfutura.org/v3/theo-jansen-strandbeest-2/.
VON UEXKÜLL, J. J. (1909). "Umwelt und Innenwelt der Tiere". Berlin, Verlag von Julius Springer.
WANG, Chun-Yung and June-Hao Hou. (2018) "Analysis and applications of Theo Jansen's linkage mechanism:. Theo Jansen's Linkage Mechanism on Kinetic Architecture".. Recurso digital obtenible en: http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2018_140.pdf.
VICARIO SOLORZANO, C. (2009). "Construccionismo.Referente socio-tecno pedagógico para la era digital", *Innovación Educativa*, vol. 9, núm. 47, abril-junio, 2009, pp. 45-50.
Otras fuentes: muestras
-Theo Jansen-Animaris Modular, National Science Museum, Seúl, 2010.
-Kinetic Sculptures by Theo Jansen, Polytechnic Museum, Moscú, 2014.
-Strandbeest, The Dream Machines of Theo Jansen, Exploratorium: The Museum of Science, Art and Human Perception, San Francisco, 2016.
-Theo Jansen, Okinawa Prefectural Museum & Art Museum, Okinawa, 2017
-Exposiciòn de Theo Jansen, *Asombrosas Criaturas*, Madrid, Fundación Telefónica de Madrid, 2015.

10. La Teoría del Comportamiento Planeado desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva Implicancias para su aplicación en organizaciones privadas del área de ingeniería y financieras

Anzoise, Esteban[54], Scaraffia, Cristina[55], Cuenca, Julio[56]

Resumen: El propósito de este trabajo es analizar la Teoría del Comportamiento Planeado, que sustenta el caso particular del modelado del proceso de intención de uso de herramientas de apoyo al proceso de decisión como ejecutivo en organizaciones privadas del área de ingeniería y financieras, desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva. Se realizó un análisis comparativo entre el patrón relacional sustentado por la Lógica Transcursiva denominado Patrón Autónomo Universal (PAU) y la secuencia de operaciones incluidas en el modelo que sustenta la Teoría del Comportamiento Planeado. Como principales resultados los hallazgos soportan el sentido de propagación del cambio propuesto por el Modelo Extendido de Aprendizaje Organizacional; dan soporte al Modelo de Difusión de Tecnologías Innovadoras de Rogers e identifica el peso relativo de la etapa de Conocimiento al conectarla con la etapa de Desarrollo de Creencias de Control que definen el Control Percibido de Comportamiento Finalmente, identifica la necesidad de establecer etapas de institucionalización de las Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos estadísticos para lograr su efectiva adopción.

[54] (F.R.M., UTN, esteban.anzoise@frm.utn.edu.ar)
[55] (F.R.M., UTN, cscaraffia@yahoo.com.ar)
[56] (F.R.M., UTN, jhcuenca@frm.utn.edu.ar)

Palabras claves: Teoría del Comportamiento Planeado, HAPD, Lógica Transcursiva, Aprendizaje organizacional, Difusión de tecnologías.

1.0 Introducción

La necesidad de decidir en un contexto de complejidad creciente donde los modelos mentales presentan altas limitaciones frente a modelos de decisión de base estadística lleva a formular como pregunta válida, aquella sobre los factores que ayuden a la adopción de modelos de decisión en el proceso de decisión de los ejecutivos de organizaciones privadas. Diversos modelos de comportamiento organizacional compiten en el análisis de dicho problema, y sus respuestas están limitadas a la extensión del modelo utilizado. Puede citarse el modelo de Fuerzas de Kurt Lewin, que provee un enfoque que permite identificar tanto los factores que promueven como los que se oponen al uso de Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística. Sin embargo no brinda información sobre el sentido de propagación del cambio a nivel organizacional. El Modelo de Difusión de Tecnologías Innovadoras de Everett Rogers brinda un enfoque temporal del proceso de adopción de las nuevas tecnologías, conectando la etapa de conocimiento de dichas tecnologías con la decisión de adopción o rechazo de las mismas y su posterior implementación o no. Una limitación de este modelo es la ausencia de ponderación de la creencia del sujeto en la implementación exitosa o no, de la decisión sobre la innovación bajo análisis. Desde la perspectiva de la Teoría del Comportamiento Planeado [*Theory of Planned Behavior*] (Ajzen, 1991, 2002, 2011; Harder, 2009) se halla un modelo que explica cómo las actitudes

pueden predecir un comportamiento probable. Ajzen postula que las intenciones determinan el comportamiento de manera causal y que las intenciones son provocadas por dos factores: la influencia de las actitudes hacia el comportamiento y la influencia de las normas subjetivas (Ajzen y Fishbein, 1977). Este modelo, postula una secuencia asíncrona de eventos a nivel individuo para llegar a definir la actitud del mismo respecto de un determinado comportamiento, pero el análisis organizacional clásico de este modelo no establece la conexión entre el individuo y la organización en un contexto de Aprendizaje Organizacional. Este estudio argumenta que el análisis de la actitud hacia utilizar Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística en organizaciones privadas utilizando la Teoría de Comportamiento Planeado, desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva, permite superar las limitaciones impuestas por el análisis organizacional clásico y permite establecer las etapas de institucionalización de las HAPD basadas en modelos estadísticos para lograr su efectiva adopción.

2.0. Metodología de análisis

Se utiliza el modelo provisto por la Teoría de Comportamiento Planeado para poder determinar la intención de comportamiento hacia el uso de Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística en organizaciones privadas. El análisis del surgimiento de la intención de comportamiento del sujeto respecto del uso de dicha tecnología se realiza desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva (LT). Esta lógica propone la existencia de un modelo relacional, del género de Modelo Autómata Finito Determinista No Sincrónico,

denominado Patrón Autónomo Universal (PAU) de validez universal. Este modelo relacional establece una correspondencia particular entre dos subgrupos: uno superficial formado por elementos estáticos perfectamente identificados por un código binario y la transformación aparente que los relaciona; y el otro de naturaleza profunda formado por los mismos elementos estáticos pero ahora con una transformación oculta que los desorganiza para reorganizarlos en un siguiente estado, produciendo una evolución adaptativa frente a las demandas del marco de referencia planteado en un contexto de investigación definido. Este modelo así propuesto permitiría describir la relación entre los diferentes componentes de fenómenos sociales y naturales tales como biología, filosofía, psicología, economía, física y literatura (Salatino, 2017a, 2017b).

Para el área social, la LT propone un modelo definido por cuatro elementos: dos de ellos de naturaleza estática identificados como sujeto (S) observador (01), unidad biológica con capacidad para introspección y para interactuar con el mundo en forma independiente; y el objeto (O) observado (10), que es aprehendido mediante el sistema bio-externo (la biología del sujeto, que pertenece a la misma categoría que todos los objetos inertes (sin vida) que se encuentran en el entorno)[57]. El tercer elemento (V) es la transformación que interrelaciona con el S observador y con el O observado, lo que se proyecta, a modo de respuesta en el sistema sociocultural (SSC). Finalmente, como cuarto elemento identifica el Sistema Psico-Interno (SPI) que reside en el interior del Sujeto donde se procesa la percepción del

---

[57] Nota del autor: Desde la concepción subjetivista de la LT, el único "sujeto" que existe es el observador. Los "otros sujetos" que conviven con él, son vistos como "objetos" con capacidad para modificar el entorno, algo que un objeto inerte no puede hacer.

mundo externo luego de cada interacción con el mismo y se genera una nueva visión del mundo que transforma al sujeto (Figura 1). La tabla 1 muestra las condiciones lógicas asignadas a cada estado del modelo planteado donde la transición entre los diferentes estados depende del resultado de la transición anterior.

3.0. El enfoque de la teoría del comportamiento planeado desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva

A partir de la Teoría de Acción Razonada [*Theory of Reasoned Action* (TRA)] de Ajzen (Fishbein & Ajzen, 1975) surge la Teoría del Comportamiento Planeado [*Theory of Planned Behavior* (TPB)] (Ajzen, 1988, 1991) con el objeto de incluir aquellas situaciones donde el individuo no tiene un completo control sobre su comportamiento. En este modelo se introducen mejoras al modelo de TRA al incluir el control volitivo sobre el comportamiento (Ajzen, 1988). Tanto TAM como TPB han sido rigurosamente testeadas en diferentes contextos tecnológicos mostrando similar capacidad predictiva del comportamiento y mejor que los sucesivos modelos híbridos generados (Taylor & Todd, 1995; Yayla & Hu, 2007). Sin embargo, TAM adolece de variables sociales, el impacto de las personas significativas para el sujeto y controles de comportamiento (Mathieson, 1991; Taylor & Todd, 1995) por lo que la TPB provee "una comprensión más completa de los determinantes de la intención" (Taylor & Todd, 1995, p. 169; Yayla & Hu, 2007).

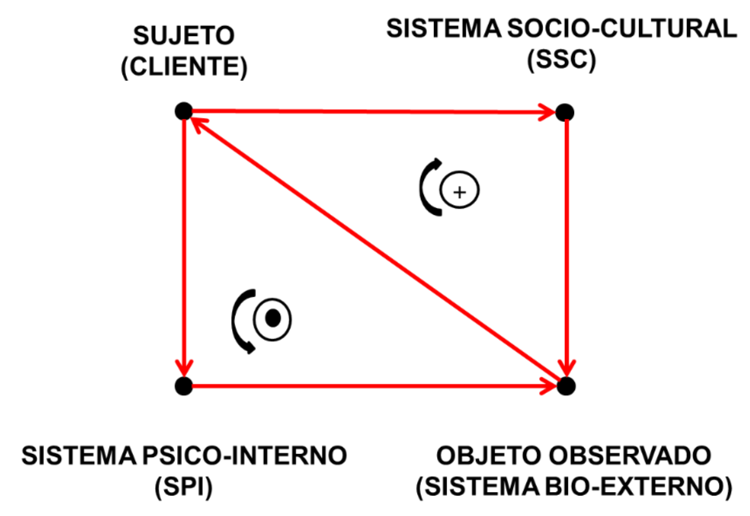


Figura 1: PAU para el área social
Fuente: Adaptado de Salatino, D. R. (2017). Beyond the Decisions-Making II: Methodological Aspects. International Journal of Research & Methodology in Social Science, 3(2), 18.

Tabla 1: Relación lógica entre los componentes del modelo social de la LT

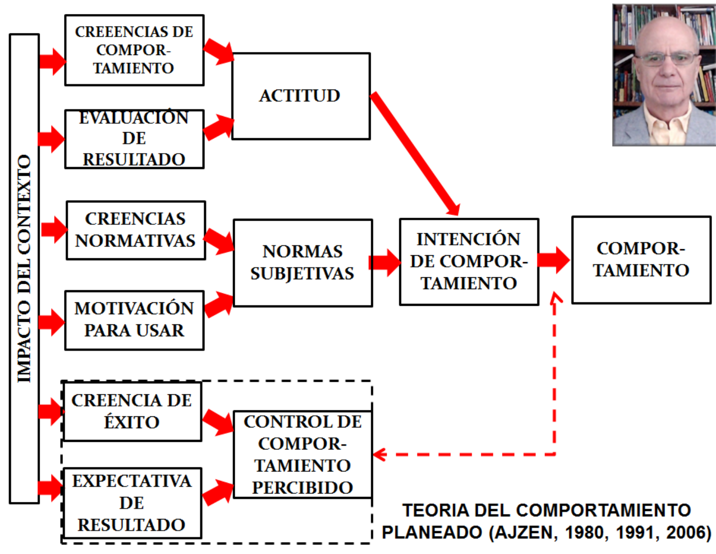
OBSERVADOR	SUJETO	DESCRIPTOR
0	1	El Sujeto surge como referencia y es independiente del Objeto Observado
1	0	El Objeto Observado existe en el Sistema Bio-Externo (SBE) y ve al Sujeto como un ente distinto

1	1	El Objeto Observado existe y ve al sujeto como parte de un Sistema Sociocultural (SSC) donde interactúa en una relación estímulo - respuesta
0	0	El Sujeto se aleja del mundo externo y reflexiona sobre sí mismo y su aprendizaje del mundo exterior. Dicha reflexión cambia la visión del observador de la realidad (SSC)

Fuente: Adaptado de Salatino, D. R. (2017). Beyond the Decisions-Making II: Methodological Aspects. *International Journal of Research & Methodology in Social Science, 3*(2), 18

Desde la perspectiva de la Teoría del Comportamiento Planeado [*Theory of Planned Behavior*] (Ajzen, 1991, 2002, 2011; Harder, 2009) se halla un modelo que explica cómo las actitudes pueden predecir un comportamiento probable. Ajzen postula que las intenciones determinan el comportamiento de manera causal y que las intenciones son provocadas por dos factores: la influencia de las actitudes hacia el comportamiento y la influencia de las normas subjetivas (Ajzen y Fishbein, 1977). Las actitudes son función de creencias comportamentales (información disponible sobre las consecuencias de la conducta y valoración de esta), y las normas subjetivas son función de creencias

normativas (percepción de lo que referentes significativos para el sujeto piensen sobre si debería realizar o no esa conducta, y de la motivación para



cumplir con ellos) como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 Modelo de la Teoría del Comportamiento Planeado
Fuente: Adaptado de Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behaviour. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50, 179-211.

Tomando como referencia el modelo del Comportamiento Planeado se hace necesario determinar la influencia de las actitudes hacia el uso de modelos de decisión y la influencia de las normas subjetivas. En este caso particular, la actitud[58] sería medida por un enunciado del tipo “*Utilizar un modelo de decisión en mi proceso de decisión sería para mi …*” en

[58] Actitud queda definida como el grado en el cual el comportamiento esperado es valorado positiva o negativamente por el individuo

tres escalas Likert de cuatro puntos que van de *muy bueno* (4) a *muy malo* (1); *inteligente* (4) a *estúpido* (1), y desde benéfico (4) a perjudicial (1).

A su vez, la actitud del individuo queda definida por el balance producido entre la creencia respecto del comportamiento esperado de utilizar el modelo de decisión, y la evaluación que realiza el individuo del comportamiento esperado. La creencia respecto del comportamiento esperado[59] estaría medida por un enunciado del tipo "*Utilizar un modelo de decisión en mi proceso de decisión significaría que mi decisión sería mejor*" en una escala Likert de cuatro puntos que va de *muy cierto* (4) a *muy falso* (1). La evaluación que realiza el individuo del comportamiento esperado estaría medida por un enunciado del tipo "*Utilizar un modelo de decisión en mi proceso de decisión sería para mi* …" en una escala Likert de cuatro puntos que va de *muy bueno* (4) a *muy malo* (1). Si la evaluación es positiva, ambos constructos generarían una idea de la forma "*Es muy probable que utilizando Modelos de Decisión en forma regular en mis procesos de decisión mejoraré la calidad de mis decisiones*". Estos constructos resultan equivalentes al atributo "ventaja relativa", identificada por Rogers en el proceso de Difusión de la Innovación, por el cual una innovación es percibida como mejor que la idea que reemplaza.

Desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva, el Sujeto (Ejecutivo) interactúa con la Organización (Sistema Socio Cultural (SSC)) que requiere que los Ejecutivos utilicen Herramientas de Apoyo al Proceso de

---

[59] La creencia respecto del comportamiento esperado refleja la creencia del individuo sobre las consecuencias probables del comportamiento. Este concepto está basado en una probabilidad subjetiva de que el comportamiento producirá cierto resultado.

Decisión (HAPD) basadas en modelos para mejorar los procesos de decisión. El Observador, para este caso el Objeto Observado, queda definido por el uso de Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos en los procesos de decisión. El Sujeto (Ejecutivo) y el Objeto Observado (Uso de HAPD en el proceso de decisión) quedan vinculados al surgir la hipótesis "*Puedo utilizar HAPD orientadas a modelos*". De ser cierta esta hipótesis, el Sujeto (Ejecutivo) se ve modificado en su interacción con el Sistema Sociocultural (SSC) definido por la Organización, ya que ahora ha mejorado su proceso de decisión en términos de lo demandado por la organización. La Figura 3 coloca dicho proceso en términos del modelo de estados postulado por la LT para el campo social.

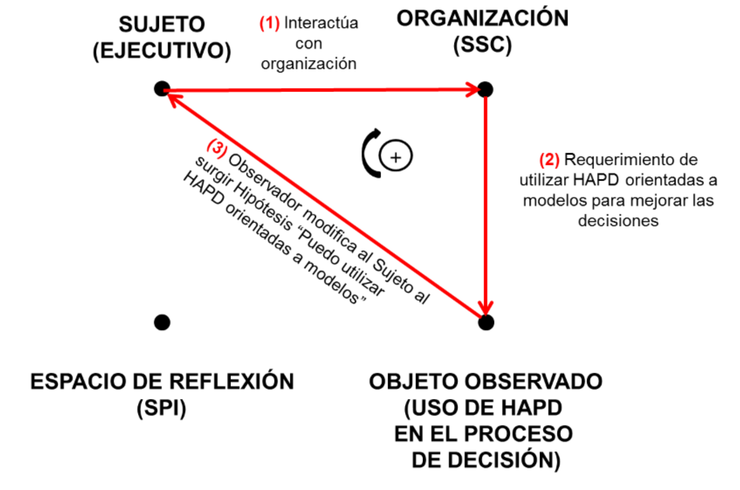


Figura 3 Esquema de la definición de la actitud del sujeto respecto del uso de HAPD basadas en modelos de decisión de base estadística en organizaciones privadas desde la perspectiva de la LT.

Si la hipótesis "*Puedo utilizar HAPD orientadas a modelos*" no es cierta, el Sujeto inicia un proceso de evaluación interna de su rendimiento como Ejecutivo en el Espacio de Reflexión (SPI), y detecta aspectos a mejorar por lo que ahora como Sujeto (Ejecutivo) decide aceptar el requerimiento organizacional. Por ello, inicia en el Espacio de Reflexión (SPI) el análisis de su creencia respecto de usar HAPD; evalúa la ventaja relativa de usar HAPD y define su actitud respecto de dicho comportamiento como se muestra en la Figura 4.

El segundo constructo que modela la Intención de Comportamiento es las Normas Subjetivas [*Subjective norms*] que comprenden las diferentes componentes de presión social percibida por el individuo por parte de sus referentes más importantes para que realice o no un determinado comportamiento (valores familiares e individuales, normas legales, reglas institucionales, etc.). En el caso de una organización privada, la presión social lo ejercerá el cuerpo directivo de la misma para realizar decisiones correctas que tengan un impacto positivo en el resultado financiero. En este caso, las normas subjetivas del individuo quedan definidas por el balance producido entre las creencias normativas respecto del comportamiento esperado de utilizar el modelo de decisión, y la motivación para utilizar el modelo de decisión que experimenta el individuo.

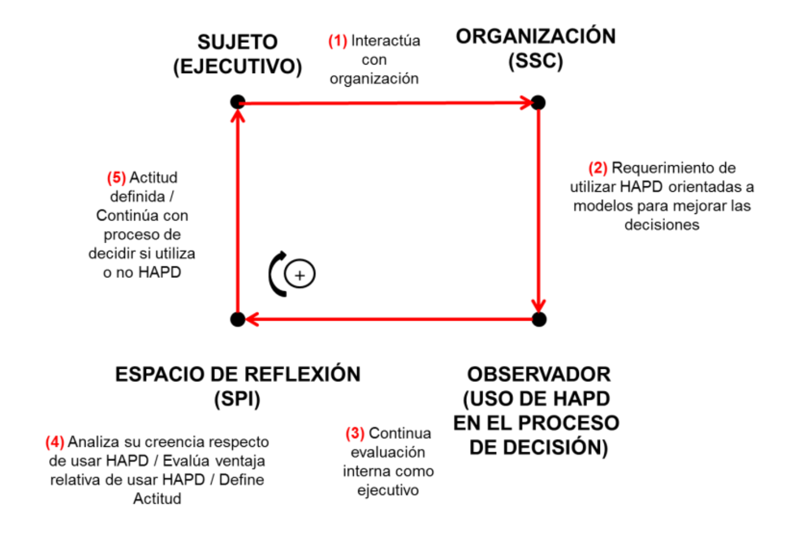


Figura 4 Esquema del proceso de definición de la actitud del sujeto respecto de la intención de utilizar HAPD basadas en modelos de decisión de base estadística en los procesos de decisión en organizaciones privadas desde la perspectiva de la LT.

En este caso particular, la influencia de las normas subjetivas sobre la intención de comportamiento sería medida por un enunciado del tipo "*La mayoría de la gente cuya opinión es importante para mí piensa que yo debería utilizar un modelo de decisión en mi proceso de decisión*", en una escala Likert de cuatro puntos que va de *muy cierto* (4) a *muy falso* (1). En relación con las creencias normativas respecto del comportamiento esperado de utilizar el modelo de decisión estarían medidas por un enunciado del tipo "*Mi supervisor inmediato piensa que yo debería utilizar un modelo de decisión en mi proceso de decisión*", en una escala Likert de cuatro puntos que va de *muy cierto* (4) a *muy falso* (1). Finalmente, en relación con la motivación para

utilizar el modelo de decisión que experimenta el individuo estaría medidas por un enunciado del tipo "*En general, deseo hacer aquello que mi supervisor inmediato piensa que yo debería hacer*", en una escala Likert de cuatro puntos que va de *totalmente de acuerdo* (4) a *totalmente en desacuerdo* (1). Estos constructos resultan equivalentes al atributo "*compatibilidad con prácticas y valores existentes*", identificada por Rogers en el proceso de Difusión de la Innovación, por el cual una innovación es percibida como que es consistente con los valores, experiencias pasadas y necesidades de los potenciales adoptantes.

Desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva, el Sujeto (Ejecutivo), ahora con una actitud definida respecto del uso de HAPD, continúa su interacción con la Organización (Sistema Sociocultural (SSC)) donde identifica la existencia de presión social por sus superiores para utilizar HAPD en su proceso de decisión. El Objeto Observado (Uso de HAPD en el proceso de decisión) sigue sin vincularse al Sujeto (Ejecutivo) por la hipótesis cierta "*Puedo utilizar HAPD orientadas a modelos*" por lo que el Sujeto pasa nuevamente al Estado de Reflexión (SPI) para evaluar la respuesta a dicha presión social. El Sujeto (Ejecutivo) identifica los referentes más importantes para su persona; identifica los factores de motivación y la compatibilidad del uso de HAPD con prácticas y valores organizacionales y personales existentes. Como Ejecutivo en el Espacio de Reflexión (SPI) define su respuesta a la Presión Social Percibida y continúa su interacción con la Organización. La Figura 5 coloca dicho proceso en términos del modelo de estados postulado por la LT para el campo social.



Figura 5 Esquema de la definición de la respuesta del sujeto a la Presión Social Percibida respecto del uso de HAPD basadas en modelos de decisión de base estadística en organizaciones privadas desde la perspectiva de la LT.

La Intención de Comportamiento, definida en este caso, como la intención de utilizar HAPD orientadas a modelos en mis procesos de decisión, está dada por el balance que hace el Sujeto entre la Actitud hacia el uso de HAPD orientadas a modelos en sus procesos de decisión y la valoración de la presión social por sus superiores para utilizar HAPD en su proceso de decisión. En este caso particular, la intención de comportamiento sería medida por un enunciado del tipo "*Si estuviera en dicha situación, utilizaría HAPD en mi proceso de decisión*" en una escala Likert de cuatro puntos que va de *muy cierto* (4) a *muy falso* (1). La Figura 6 coloca dicho proceso en términos del modelo de estados postulado por la LT para el campo social.

Para que un determinado comportamiento se materialice, es necesario que la intención se mantenga en el tiempo desde que es definida hasta el momento de su realización. Esto requiere por parte del individuo la existencia del Control de Comportamiento Percibido, factor determinante para comprender aquellos comportamientos cuya realización requiere control por parte del individuo. Siguiendo a Ajzen, se puede definir el Control de Comportamiento Percibido como la valoración que hace el individuo sobre si un determinado comportamiento será fácil o no de llevarse a cabo; es decir, el control que la persona cree tener sobre la realización de un determinado comportamiento. Diversos estudios refuerzan la evidencia de que las actitudes, los valores individuales y los factores de control tienen una significativa influencia en el comportamiento de los individuos (Ajzen, 2011; Harder, 2009; Moore & Benbasat, 1991; Taylor & Todd, 1995; Tseng, Tu, Lee, & Wang, 2013; Wu, Tao, & Yang, 2008), y en particular en usuarios de nuevas tecnologías de base informática aplicaciones informáticas tales como acceso bancario y transacciones bursátiles a través de Internet (Bhattacherjee, 2000; Yaghoubi & Bahmani, 2010); uso de posicionadores satelitales (Tseng et al., 2013); y telemedicina (Chau & Hu, 2002).

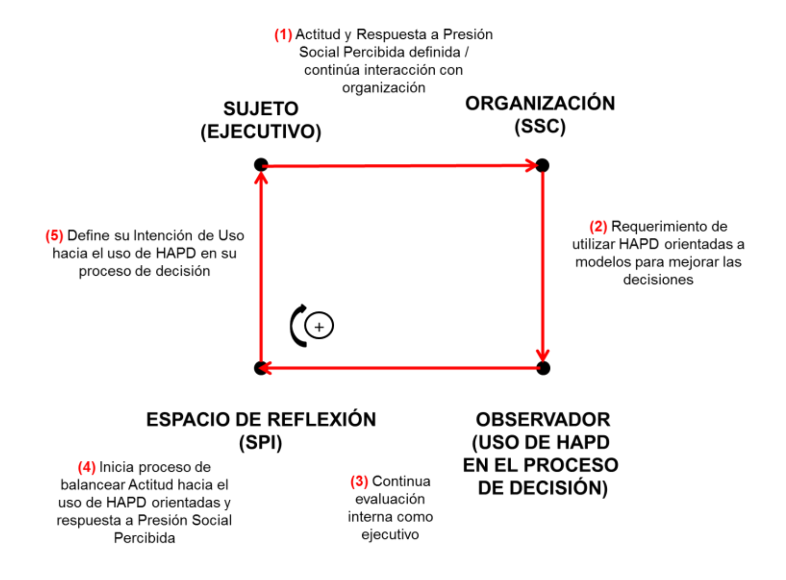


Figura 6 Esquema de la definición de la intención del sujeto respecto del uso de HAPD basadas en modelos de decisión de base estadística en organizaciones privadas desde la perspectiva de la LT.

En el caso particular de estudio, para que el comportamiento esperado de que el individuo utilice un modelo de decisión en su proceso de decisión se materialice, es necesario que la intención se mantenga en el tiempo desde que es definida hasta el momento de su realización. Esto requiere por parte del individuo la existencia del Control de Comportamiento Percibido, factor determinante para comprender aquellos comportamientos cuya realización requiere control por parte del individuo. Siguiendo a Ajzen, para este caso se puede definir el Control de Comportamiento Percibido como la valoración que hace el individuo sobre si utilizar un modelo de decisión en su proceso de decisión será

fácil, o no de llevarse a cabo; es decir, el control que el ejecutivo cree tener sobre la realización de un determinado comportamiento. En el caso de los ejecutivos de organizaciones privadas, el Control de Comportamiento Percibido queda definido por las Creencias de Control[60] del individuo sobre el comportamiento esperado. Dicha Creencia de Control está dada por el balance producido entre la convicción que uno puede, exitosamente, ejecutar el comportamiento requerido para producir el resultado esperado [*self-efficacy*], y la estimación que realiza el individuo que un comportamiento determinado producirá un cierto resultado [*outcome expectancy*]. En este aspecto, el constructo "Creencias de Control" [*control beliefs*] resulta equivalente al atributo "simplicidad y facilidad de uso", identificada por Rogers en el proceso de Difusión de la Innovación, por el cual una innovación es percibida como difícil de comprender y utilizar. Finalmente, en relación con los atributos "resultados observables" (lo que permite reducir la incertidumbre) y "posibilidad de ser experimentada" (en forma limitada lo que también permite reducir la incertidumbre) identificados por Rogers en el proceso de Difusión de la Innovación, se postula que existe una correlación positiva con la estimación que realiza el individuo que un comportamiento determinado producirá un cierto resultado [*outcome expectancy*].

Desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva, el Sujeto (Ejecutivo), ahora con una Intención de Uso de las HAPD en su proceso de decisión (1), continúa su interacción con la Organización (SSC) que continúa con

---

[60] La Creencia de Control del individuo es la probabilidad subjetiva - estimación que realiza el individuo – que un factor facilitador o inhibidor del comportamiento esperado se presente. Dichos factores incluyen competencias y habilidades requeridas; disponibilidad de tiempo y dinero; la cooperación de otras personas; etc.

el requerimiento de utilizar HAPD orientadas a modelos para mejorar las decisiones (2). Ahora, el Sujeto (Ejecutivo) inicia el proceso de evaluación interna de sus creencias de control sobre el uso de HAPD para determinar la Simplicidad y Facilidad de Uso de estas (4). Como Ejecutivo, en el Espacio de Reflexión (SPI), el Sujeto es consciente de los factores que facilitan o impiden el resultado final de utilizar HAPD en su proceso de decisión (5) (6). Por ello vuelve a interactuar con la organización en busca de resultados observables del uso de HAPD (7) como se muestra en la Figura 7 en términos del modelo de estados postulado por la LT para el campo social.



Figura 7 Esquema de la primera fase del proceso de evaluación interna de las creencias de control del Sujeto (Ejecutivo) sobre el uso de las HAPD para determinar la

Simplicidad y Facilidad de uso de estas desde la perspectiva de la LT.

Este nuevo ciclo de interacción con la organización le permite al Ejecutivo, desde su perspectiva de Sujeto (Ejecutivo), obtener información concreta de resultados observables del uso de HAPD (8). En consecuencia, detecta nuevamente la necesidad de continuar con la búsqueda de información (9) e interactúa con la Organización (SSC) para determinar la posibilidad de probar la HAPD antes de adoptarla (10). Si obtiene respuesta a nivel de la Organización y de sus pares a dicho requerimiento (11), continúa la búsqueda de información ahora para identificar las competencias requeridas para poder utilizar las HAPD antes de adoptarla (12) (13). Obtiene respuesta a nivel de la Organización y de sus pares de las competencias requeridas (14) y continúa, en un nuevo ciclo de iteración, la valoración del nivel de aceptación de las HAPD antes de adoptarla (15) (16). Si obtiene la valoración buscada a nivel de la Organización y de sus pares (17) considera que ha completado el relevamiento de la información necesaria (18) para iniciar como Sujeto (Ejecutivo) la valoración del Control de Comportamiento Percibido del uso de HAPD en el proceso de decisión (19). Como Ejecutivo, en el Espacio de Reflexión (SPI), el Sujeto define su Percepción del Control de Comportamiento para utilizar las HAPD en su proceso de decisión (20), y si percibe que las HAPD tienen la simplicidad de uso necesaria (21) el Sujeto (Ejecutivo) decide utilizar las HAPD en sus procesos de decisión (22) como se muestra en la Figura 8 en términos del modelo de estados postulado por la LT para el campo social.

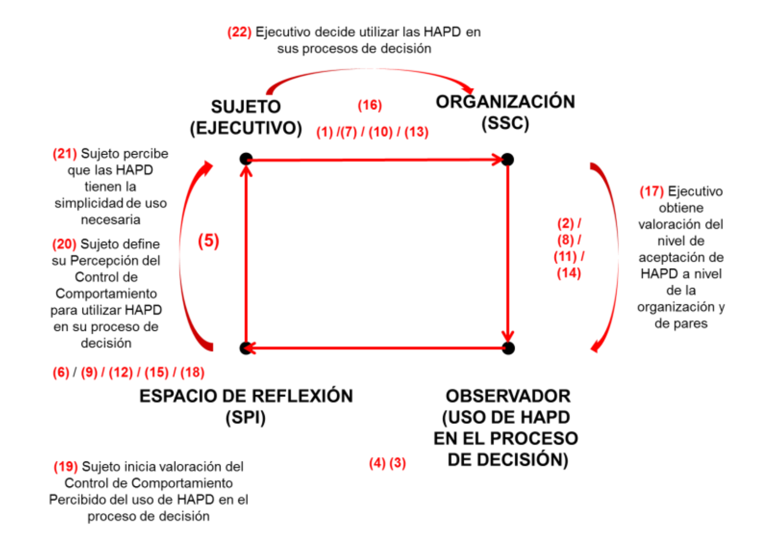


Figura 8 Esquema de la segunda fase del proceso de evaluación interna de las creencias de control del Sujeto (Ejecutivo) sobre el uso de las HAPD para determinar la Simplicidad y Facilidad de uso de las mismas desde la perspectiva de la LT.

4.0. Conclusiones y recomendaciones

Como primera conclusión se halla que el análisis del proceso de generación de la Intención de Uso de las Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística) desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva permite visualizar el sentido de propagación del cambio organizacional propuesto por el Modelo Extendido de Aprendizaje Organizacional. Este modelo fue desarrollado (Zietsma, Winn, Branzei, & Vertinsky, 2002) como una mejora al modelo basado en la Teoría de

Aprendizaje Multinivel (Crossan, Lane, & White, 1999) y tiene aplicación en un amplio abanico de organizaciones, incluso las de educación superior (Anzoise, Scaraffia, & Curadelli, 2016; Castaneda & Rios, 2007). Este modelo identifica tres niveles de aprendizaje: 1) individuo; 2) grupo; y 3) la organización y sus diferentes rutas de integración que van desde el individuo a la organización, y de la organización al individuo como se muestra en la figura 7. De igual forma, este modelo postula que el aprendizaje individual aislado no garantiza el aprendizaje organizacional al ser necesario un proceso de transferencia entre todos los integrantes de la organización para institucionalizar el conocimiento generado (Senge, 1998; Senge et al., 2000). El análisis del proceso de adopción de las Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva permite visualizar la ruta de integración y de realimentación entre el individuo y el grupo a través de acciones como el modelado social (valoración del nivel de aceptación de las HAPD antes de adoptarla); la conversación (obtener información concreta de resultados observables del uso de HAPD y la búsqueda de información para identificar las competencias requeridas para poder utilizar las HAPD antes de adoptarla); la interpretación (valoración del nivel de aceptación de las HAPD antes de adoptarla) y la experimentación (determinar la posibilidad de probar la HAPD antes de adoptarla). De igual forma permite visualizar la ruta de integración y de realimentación entre el grupo y la organización a través de acciones como la integración del conocimiento a nivel de individuo y de grupo (procedimientos donde se aplica Herramientas de

Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística); y la institucionalización del conocimiento organizacional (normas que hacen mandatorio el uso de Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística).

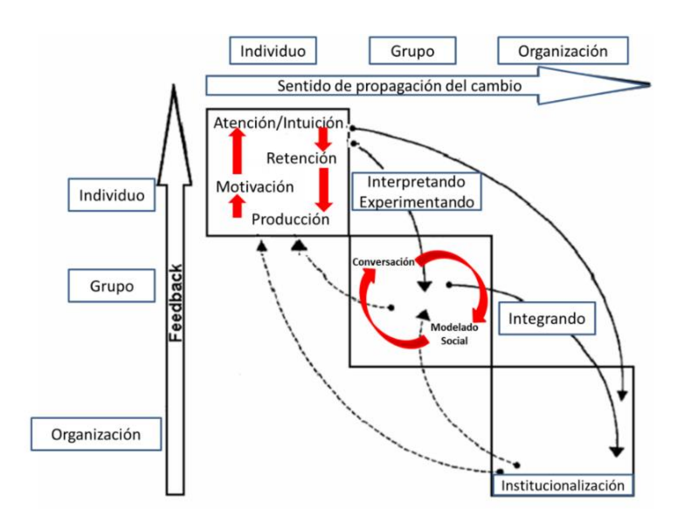


Figura 9 Modelo Extendido de Aprendizaje Organizacional
Fuente: Adaptado de Zietsma, C., Winn, M., Branzei, O., & Vertinsky, I. (2002). The war of the woods: Facilitators and impediments of organizational learning processes. British Journal of Management, 13 (Special Issue 2), 61-74.

Como segunda conclusión, se halla que el análisis del proceso de cambio organizacional asociado con el uso de las Herramientas de Apoyo al Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística) desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva permite ampliar el análisis que se realiza utilizando el modelo de Fuerzas de Kurt Lewin al obtener información sobre el sentido de propagación del cambio

a nivel organizacional. Este análisis respalda el postulado de Kurt Lewin sobre la posibilidad y existencia de mecanismos para realizar un cambio organizacional (Burnes, 2004; Lewin, 1947).

Como tercera conclusión, se halla que la aplicación de la Lógica Transcursiva (LT) permite superar las limitaciones del análisis clásico del modelo propuesto por la Teoría del Comportamiento Planeado [*Theory of Planned Behavior*] (Ajzen, 1991, 2002, 2011; Harder, 2009), que explica cómo las actitudes pueden predecir un comportamiento probable. Ajzen postula que, en una secuencia asíncrona de eventos a nivel individuo, las intenciones de este determinan el comportamiento de manera causal y que las intenciones son provocadas por dos factores: la influencia de las actitudes hacia el comportamiento y la influencia de las normas subjetivas (Ajzen y Fishbein, 1977). El análisis desde la perspectiva de la Lógica Transcursiva permite establecer la conexión entre el individuo, el grupo y la organización en un contexto de Aprendizaje Organizacional.

Como cuarta conclusión, se halla que la aplicación de la Lógica Transcursiva (LT) permite dar soporte y ampliar el Modelo de Difusión de Tecnologías Innovadoras propuesto por Everett Rogers (Rogers, Singhal, & Quinlan, 1995). Este modelo brinda un enfoque temporal lineal del proceso de adopción de las nuevas tecnologías conectando la etapa de conocimiento de dichas tecnologías con la decisión de adopción o rechazo de las mismas y su posterior implementación o no. Una limitación existente es la ausencia de ponderación de la creencia del sujeto en la implementación exitosa o no de la decisión sobre la innovación bajo análisis. El análisis desde la Lógica Transcursiva (LT) permite identificar el peso relativo de la etapa de Conocimiento (normas que hacen mandatorio el uso de Herramientas de Apoyo al

Proceso de Decisión (HAPD) basadas en modelos de decisión de base estadística; entrenamiento en el uso de las HAPD y la valoración del nivel de aceptación de las HAPD antes de adoptarlas) al conectarla con la etapa de Desarrollo de Creencias de Control (obtener información concreta de resultados observables del uso de HAPD; la búsqueda de información para identificar las competencias requeridas para poder utilizar las HAPD y determinar la posibilidad de probar la HAPD antes de adoptarla), que define el Control Percibido de Comportamiento propuesto por la Teoría de Comportamiento Planeado de Ajzen (ver Figura 8).

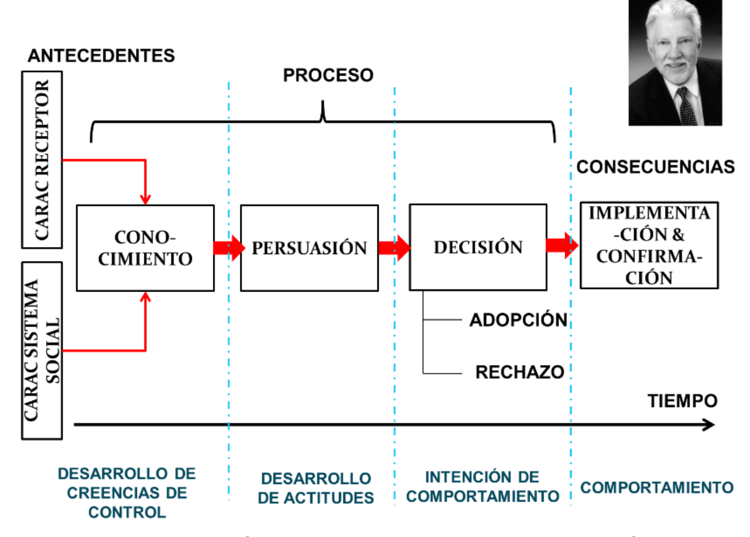


Figura 10 Conexión entre las etapas de adopción de una tecnología propuesto por el Modelo de la Teoría de Difusión de Innovaciones de Rogers y el modelo propuesto por la Teoría del Comportamiento Planeado de Ajzen.

Fuente: Adaptado de Rogers, E. M. (1995). Diffusion of Innovation, 4th edition. New York, NY: Free Press Copyright © 1995 by Everett M. Rogers.

En consecuencia, surgen como principal recomendación la necesidad de establecer etapas de institucionalización de las HAPD basadas en modelos para lograr su efectiva adopción. Esto requeriría 1) el mostrar la existencia de resultados observables a través de una implementación gradual y la generación de “islas de desarrollo” que permitan superar el miedo de aprender nuevos conceptos lo que aleja a los individuos de su zona de confort (Juneja, 2018; Liu, Lee, & Chen, 2011; Sharda, Barr, & McDonnell, 1988; Singh, 1999); 2) dar la posibilidad de probar las HAPD basadas en modelos antes de adoptarla de modo de superar la resistencia al uso de nuevas herramientas tecnológicas (Juneja, 2018; Liu et al., 2011; Sharda et al., 1988; Singh, 1999); 3) medir y desarrollar las competencias requeridas para poder utilizar HAPD a nivel organizacional (Catalano, 2018); y 4) adecuar el tipo de HAPD al contexto cultural del individuo considerando no solo las brechas generacionales sino también los diferentes tipos de inteligencia que impactan en la habilidad integrativa del usuario del modelo (Al-Mamary, Alina Shamsuddin, & Aziati, 2013; Aldhmour & Eleyan, 2012; Ram, 1987; Schultz & Henry, 1981; Zoltners, 1981), y la dificultad para entender fácilmente los modelos matemáticos formales embebidos en los mismos (Al-Mamary et al., 2013; Lilien & Rangaswamy, 2004; Stern, 2003).

Referencias

Ajzen, I. (1988). *Attitudes, Personality and Behavior*. Chicago: Dorsey Press.

Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behaviour. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*, 179-211.

Ajzen, I. (2002). Perceived Behavioral Control, Self-Efficacy, Locus of Control, and the Theory of Planned Behavior. *Journal of Applied Social Psychology, 32*, 1-20.

Ajzen, I. (2011). The theory of planned behaviour: reactions and reflections. *Psychol Health, 9*, 1113-1127.

Al-Mamary, Y. H., Alina Shamsuddin, & Aziati, N. (2013). The Impact of Management Information Systems Adoption in Managerial Decision Making: A Review *Management Information Systems, 8*(4), 010-017.

Aldhmour, F. M., & Eleyan, M. B. (2012). Factors Influencing the Successful Adoption of Decision Support Systems: The Context of Aqaba Special Economic Zone Authority. *International Journal of Business and Management, 7*(2).

Anzoise, E., Scaraffia, C., & Curadelli, S. (2016, octubre 20 y 21, 2016). *Modelos de decisión en el Aprendizaje Organizacional en la Educación Superior.* Paper presented at the IV Congreso Internacional ECEFI 2016 - Cuarto Congreso Internacional de Educadores en Ciencias Empíricas en Facultades de Ingeniería: ECEFI 2016, Mendoza, Argentina.

Bhattacherjee, A. (2000). Acceptance of e-commerce services: The case of electronic brokerages. *IEEE Transactions on Systems, Man, and*

Cybernetics: Part A. Systems and Humans, 30(4), 411-420.

Burnes, B. (2004). Kurt Lewin and the Planned Approach to Change: A Re-appraisal. *Journal of Management Studies, 41*(6), 977-1002.

Castaneda, D. I., & Rios, M. F. (2007). From Individual Learning to Organizational Learning. *The Electronic Journal of Knowledge Management, 5*(4), 363 - 372.

Catalano, A. (2018). *Tecnología, innovación y competencias ocupacionales en la sociedad del conocimiento*. Retrieved from Buenos Aires: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_635946.pdf

Crossan, M. M., Lane, H. W., & White, R. E. (1999). An Organizational Learning Framework: From Intuition to Institution. *The Academy of Management Review, 24*(3), 522-537.

Chau, P. Y. K., & Hu, P. J. H. (2002). Investigating healthcare professionals' decisions to accept telemedicine technology: An empirical test of competing theories. *Information and Management, 39*(4), 297-311.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Harder, A. (2009). *Planned Behavior Change: An Overview of the Diffusion of Innovations*. Florida: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida Retrieved from http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/WC/WC08900.pdf.

Juneja, P. (2018). Limitations & Disadvantages of Decision Support Systems. Retrieved from https://www.managementstudyguide.com website: https://www.managementstudyguide.com/limitations-and-disadvantages-of-decision-support-systems.htm

Lewin, K. (1947). Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change. *Human Relations, 1*(5), 38.

Lilien, G. L., & Rangaswamy, A. (2004). *Marketing Engineering: Computer-assisted Marketing Analysis and Planning*. Victoria, B.C.: DecisionPro, Inc.

Liu, Y., Lee, Y., & Chen, A. N. K. (2011). Evaluating the effects of task-individual-technology fit in multi-DSS models context: A two-phase view. *Decision Support Systems, 51*(3), 688-700. doi:10.1016/j.dss.2011.03.009

Mathieson, K. (1991). Predicting User Intentions: Comparing the Technology Acceptance Model with the Theory of Planned Behavior. *Journal: Information Systems Research, 2*(3), 173-191.

Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting and Information Technology Innovation. *Information System Research, 2*(3), 192-215.

Ram, S. (1987). A Model of Innovation Resistance. *Advances in Consumer Research, 14*, 208-212.

Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (1995). Diffusion of Innovations. In D. Stacks & M. Salwen (Eds.), *An integrated approach to communication theory and research.* . New York: New York: Routledge.

Salatino, D. R. (2017a). Beyond the Decisions-Making II: Methodological Aspects. *International Journal of Research & Methodology in Social Science, 3*(2), 18.

Salatino, D. R. (2017b). *Tratado de lógica transcursiva : origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva* (1st ed.). Godoy Cruz, Mendoza.

Schultz, R. L., & Henry, M. D. (1981). Implementing Decision Models. In R. L. Schultz & A. A. Zoltners (Eds.), *Marketing Decision Models*. New York: Elsevier Science Publishing Co.

Senge, P. M. (1998). *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje* (C. Gardini, Trans.). Buenos Aires: Ediciones Granica, S.A.

Senge, P. M., Kleiner, A., Roberts, C., Ross, R., Roth, G., & Smith, B. (2000). *La danza del cambio: Los retos de sostener el impulso en organizaciones abiertas al aprendizaje*. Bogotá: Editorial Norma.

Sharda, R., Barr, S. H., & McDonnell, J. C. (1988). Decision Support System Effectiveness: A Review and an Empirical Test. *Management Science, 34*(2), 139-159. doi:10.1287/mnsc.34.2.139

Singh, S. K. (1999). Toward an Understanding of EIS Implementation Success. In M. A. Mahmood & E. J. Szewczak (Eds.), *Measuring Information Technology Investment Payoff: Contemporary Approaches* (1st ed., Vol. 1, pp. 107-127). Hershey, PA: Idea Group Inc (IGI).

Stern, D. (2003). *Increasing acceptance of managers for the use of marketing decision support systems.* Paper presented at the Australian and New Zealand Marketing Academy Conference, Adelaide, Australia.

Taylor, S., & Todd, P. A. (1995). Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research, 6*(2), 144-176.

Tseng, H. C., Tu, P. P., Lee, Y. C., & Wang, T. S. (2013). A Study of Satellite Navigation Fleet Management System Usage in Taiwan with Application of C-TAM-TPB Model. *Information Technology Journal, 12*(1), 15-27.

Wu, Y.-L., Tao, Y.-H., & Yang, P.-C. (2008). The use of unified theory of acceptance and use of technology to confer the behavioral model of 3G mobile telecommunication users. *Journal of Statistics & Management Systems, 11*(5), 919-949.

Yaghoubi, N.-M., & Bahmani, E. (2010). Factors Affecting the Adoption of Online Banking An Integration of Technology Acceptance Model and Theory of Planned Behavior. *International Journal of Business and Management, 5*(9).

Yayla, A., & Hu, Q. (2007, 7 - 9 June). *User Acceptance of E-Commerce Technology: A Meta-Analytic Comparison of Competing Models.* Paper presented at the EUROPEAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (ECIS) 2007, St Gallen, Switzerland.

Zietsma, C., Winn, M., Branzei, O., & Vertinsky, I. (2002). The war of the woods: Facilitators and impediments of organizational learning processes. *British Journal of Management, 13*(Special Issue 2), 61-74.

Zoltners, A. A. (1981). Normative Marketing Models. In R. L. Schultz & A. A. Zoltners (Eds.), *Marketing Decision Models*. New York: Elsevier Science Publishing Co.

11. EL REGISTRO FOTOGRÁFICO Y LA HISTORIA SEGÚN LA LÓGICA TRANSCURSIVA

El caso de las mujeres vendimiadoras (Mendoza, 1910)

María Gabriela Vasquez[61] y Dante Roberto Salatino[62]

Resumen

Las imágenes constituyen documentos que guardan información valiosa para los historiadores. Por ello, estas páginas buscan analizar las fotografías de las mujeres vendimiadoras de la Mendoza del Centenario de la Revolución de Mayo, según la lógica transcursiva (LT), ya que constituye un abordaje adecuado para la reflexión teórica e histórica. El *corpus* fotográfico estudiado en esta oportunidad está compuesto por álbumes conmemorativos publicados en torno de 1910, al igual que las imágenes de censos nacionales y provinciales, de 1909 y 1914, respectivamente.

Palabras clave: registro fotográfico – historia – lógica transcursiva – mujeres – vendimia - Mendoza

1.0. Introducción

Las imágenes constituyen documentos que guardan información valiosa para los historiadores. Por ello, estas páginas buscan analizar las fotografías de las mujeres vendimiadoras de la Mendoza del Centenario de la Revolución de Mayo, según la lógica transcursiva (LT), ya que constituye un abordaje adecuado para la reflexión teórica e histórica.

[61]Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.
[62]Instituto de Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo

El *corpus* fotográfico estudiado en esta oportunidad está compuesto por álbumes conmemorativos publicados en torno de 1910, al igual que las imágenes de censos nacionales y provinciales, de 1914 y 1909, respectivamente.

El trabajo está organizado en dos partes: la primera se centra en el abordaje del registro fotográfico en la Historia a través de la LT y la segunda, desarrolla y ejemplifica dicho abordaje con el caso de las fotografías de las vendimiadoras de la Mendoza de 1910.

2.0. El registro fotográfico y la Historia según la Lógica Transcursiva

> "*Lo que tienen en común el estudio de la historia y la creación artística es una manera de formar imágenes*." ('El elemento estético en el pensamiento histórico', Huizinga, 1905 – Valero, 2008).

La lógica transcursiva (Salatino, 2017a) diría que lo que tienen en común es el "sujeto" que desarrolla esas actividades, que no es otra cosa que una verdadera "historia interna", contada en imágenes.

Se debe tener en cuenta que solo el 10% de nuestra comunicación es de índole verbal. El 90% restante está "representado" por nuestro lenguaje natural, que es de carácter gestual y afectivo. Es decir, que se transmite mediante "imágenes". (Salatino, 2017b) Con lo cual, la frase "Una imagen dice más que mil palabras", deja de ser un mero *cliché*.

La pertinencia de lo anterior se ve reflejada, por ejemplo, en la notable capacidad de los autistas en el manejo de su habilidad visual espacial, al tiempo que su desempeño verbal en muy deficiente o nulo. Estos niños

“piensan en imágenes” (Grandin, 1995). Tal como dice Burckhardt,

> “*A través de los cuadros les podemos leer las estructuras de pensamiento y representación de una determinada época*.” (citado en Burke, 2005, p. 13)

Algo que podemos hacer extensivo a la fotografía y a la imagen en general, en donde los historiadores puedan investigar utilizándolas, no solo como simples ilustraciones, sino por lo que realmente representan: un “eterno presente”. Pero no únicamente como “vestigios pretéritos”, ni tampoco como burdos testimonios, porque en sí, manifiestan el sentido que para nosotros tiene todo hecho real. Todo lo genuino que sucede en la vida humana, que además se proyecta en nuestros sueños, como bien decía Goethe: “Yo creo que soñamos para no dejar nunca de ver.”

Mediante la ciencia aprendemos sobre determinadas teorías, que, a fin de cuentas, son aproximaciones estructurales que poseen una somera relación con lo empírico. Es lo que se hace en Historia, como en cualquier enfoque científico.

> “*En definitiva poseemos un saber perfecto y seguro sobre lo irreal, vacío y formal (las estructuras, objeto de las teorías), pero solo un saber imperfecto e inseguro sobre lo real, lo vivo y lo material (los sistemas objeto de la historia)*.” (Mosterín, 2003, p. 209)

Nuestro lenguaje se encarga de que lo real, lo vivo y lo material de la historia, se vaya desvirtuando a lo largo del tiempo. En cambio, una imagen, ya sea una pintura o una fotografía, más allá del lógico desgaste físico del medio utilizado para la representación, parece mantenerlo intacto.

Ferrater Mora, en su ponencia “Pintura y modelos” (Simposio de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Valencia, 1971) trata de formalizar, mediante un “lenguaje adecuado”, la relación binaria existente (según su apreciación) entre una pintura y un modelo o situación registrada.

En total acuerdo con Mosterín (2003, p. 244), la caracterización realizada por Ferrater Mora es insuficiente para asegurar que la realidad de lo representado se proyecte en una expresión lingüística. Mosterín hace una acertada observación sobre el particular. Sugiere que, en vez de una relación binaria se debe considerar una relación ternaria, entre el pintor, la pintura y el objeto pintado, que, ajustándola al espíritu de la lengua se aproxime más a la realidad.

La Lógica Transcursiva considera que el ajuste anterior sigue siendo exiguo, porque se continúa con una caracterización hecha, exclusivamente, mediante el lenguaje.

Veamos aquello que una descripción textual o verbal no muestra, al analizar una imagen, en este caso, fotográfica (Figura 1).

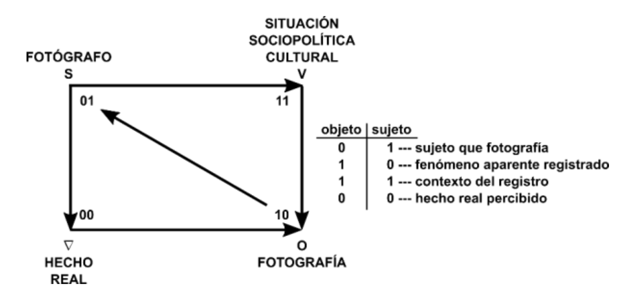


Figura 1 PAU DEL REGISTRO FOTOGRÁFICO
Referencias: PAU (Patrón Autónomo Universal)

El esquema previo nos dice que la realidad reflejada en una imagen fotográfica, cuando mucho, lo es de un fenómeno aparente. Pero, además, que aquella situación de “eterno presente” que construye una fotografía, lo hace desde la óptica, desde la realidad subjetiva del fotógrafo que percibió el hecho real. Esto no quiere decir que una fotografía no sea un producto de la realidad, sino que no representa la realidad objetiva. (Mata Rosas, 1995)

Una fotografía, en sí misma, no nos dice nada. Solo cobra relevancia, por ejemplo, como un documento histórico una vez que comienza a ser interpretada por un historiador. Lo que queremos decir es que el valor documental de un registro fotográfico depende de dos aspectos contrapuestos. Por un lado (Figura 1), de la perspectiva del creador que arrastra la impronta de sus creencias, de su imaginación o de su ideología, en un contexto sociopolítico y cultural que demarca una época histórica determinada. Por otro lado, está la visión del investigador, que tiene que interpretar, reflexionando sobre lo que percibe en el supuesto documento, para descubrir qué le está tratando de decir. Sin perder de vista que esta interpretación, también se ve influida por el contexto sociopolítico y cultural en que se haga, y por las crisis, los sueños, las utopías y las realidades de quien interpreta. (Figura 2)

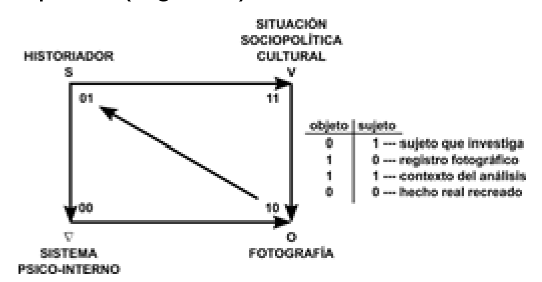


Figura 2 PAU DE LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICA

Como se puede apreciar, hay un antagonismo manifiesto entre quien genera un supuesto documento y aquel que trata de interpretarlo. Dicho enfrentamiento se dirime en el documento mismo (Figura 3).

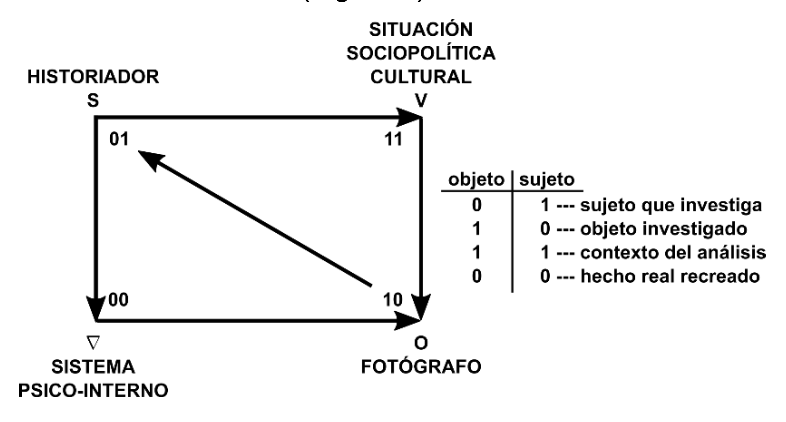


Figura 3 PAU DEL DOCUMENTO FOTOGRÁFICO

En la Figura 3 vemos que el sujeto que investiga (el historiador) se contrapone al objeto investigado, representado por el fotógrafo, ya que es él quien, al fotografiar un determinado fenómeno, deja impresa la evidencia o la apariencia. Por otro lado, este enfrentamiento está mediado por la situación sociopolítica y cultural que los afecta a ambos, cada uno en su debido tiempo y cometido. Finalmente, quien integra esta trilogía aparente y le aporta su dinámica, es la psiquis (sistema psico-interno) de quien analiza el documento.

A pesar de la unificación anterior, existe otro aparente conflicto entre considerar una imagen fotográfica, en

tanto tal, como fuente fiable de información y dedicarse a analizar sus detalles y la relación de sus partes, al margen de la situación que representa. En pocas palabras, una encrucijada metodológica. No obstante, las situaciones anteriores tampoco son excluyentes, ya que podemos integrarlas para potenciar y ajustar el análisis (Figura 4).

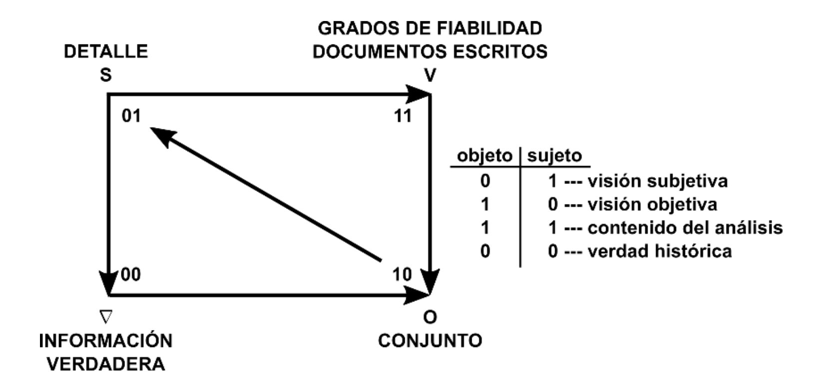


Figura 4 PAU METODOLÓGICO

El análisis de una fotografía en su conjunto, tratando de ver qué oculta tras ella, es lícito siempre que no se lo sobrestime. Aunque, también son importantes los detalles. Esto es, pormenorizar lo que se elige y lo que se excluye del análisis; y pesquisar las "ausencias" (como, por ejemplo, en el caso de las vendimiadoras de la Mendoza del Centenario). Es importante distinguir las "ausencias" de los "huecos" que conscientemente deja el creador de imágenes para que los rellene el espectador (Burke, 2005, p. 222).

3.0. El caso de las fotografías de las vendimiadoras hacia el Centenario en Mendoza

Las imágenes son polisémicas (Burke, 2001, p. 237); es decir, encierran múltiples mensajes. Así, muestran y ocultan al mismo tiempo y los historiadores buscan estudiar tanto lo uno, como lo otro. En este punto, las fotografías de las vendimiadoras en torno al Centenario en Mendoza permiten ejemplificar el abordaje desde la LT ya que, por un lado, el fotógrafo trata de mostrar a las mujeres idealizadas en los viñedos y, al mismo tiempo, ocultar su arduo trabajo entre las hileras (Figura 5). Y, por otro, el historiador se ocupa de estudiar e interpretar ambos.



Figura 5 La Vendimia (*Censo general de la provincia de Mendoza de 1909,* 1910)

La Figura 5 muestra a mujeres posando entre los viñedos con ropas claras y limpias. Se trata de una

idealización de las figuras femeninas ya que la auténtica vendimiadora es la niña de la izquierda, cuyo delantal está cubierto de jugo de uva. Ahora bien, no sólo las imágenes de la época sino también las palabras refuerzan dicha idealización en los viñedos. Así, por ejemplo, Jules Huret, periodista francés que visitó Mendoza por entonces, apuntó:

> "*Diseminadas por la viña, se apercibían siluetas de mujeres inclinadas sobre las cepas, y que se erguían por momentos, viéndoseles sólo el busto; llevaban un pañuelo, que cubría sus cabellos; a veces avanzaban, llevando sobre sus cabezas morenas, de ojos reidores, y con el mentón un poco levantado a la manera de las canéforas, grandes cestas llenas de uva*". (Huret, 1913, p. 226).

En otros términos, imágenes y palabras muestran mujeres alegres de vestidos claros y limpios entre las viñas que contrastan fuertemente con la verdadera tarea desempeñada. En este sentido, la figura 6 es elocuente al respecto ya que, aunque el fotógrafo busca registrar la abundancia de la cosecha, logra captar, al mismo tiempo y sin quererlo, el pesado trabajo femenino.



Figura 6 Escenas de la cosecha en el establecimiento Panquehua (*La vitivinicultura en 1910*, 1910)

A principios del siglo XX, mujer era sinónimo de madre, y la principal función femenina era la maternidad y el cuidado de la familia. Un periódico mendocino apuntaba por entonces: "*La mujer debe ser ante todo mujer; es decir, esposa y madre*" (*El Comercio,* 03 de abril de 1902, pp. 2-3). Por ello, el trabajo fuera del hogar ya sea en talleres, fábricas y aún bodegas, era duramente cuestionado; no así el llevado a cabo dentro de la vivienda, aunque ambos eran igualmente extenuantes. El caso de la cosecha era particular, pues se trataba de una tarea estacional que se desarrollaba en compañía de los demás integrantes de la familia, de allí que los reparos hacia dicho trabajo fueran menores.

Ahora bien, la idea de la inferioridad femenina, y por extensión debilidad y trabajo meramente colaborativo a la tarea masculina, estaba aun fuertemente arraigada. El político italiano Enrico Ferri, también de paso por Mendoza hacia 1910, señaló:

> "*Siempre fue la mujer esclava del hombre y hoy sigue siéndolo, aunque bajo formas corteses y delicadas. Es algo inherente a su naturaleza que necesita someterse.*"
>
> "*Los estudios (…) nos demuestran que la mujer es inferior al hombre. Su talla, su fuerza muscular, su facultad perceptiva y analítica son menores que las del varón. La mujer es como un estado transitorio entre el niño y el hombre*". (Ferri en *La Industria*, 25 de septiembre de 1910, p. 5).

Nos interesa detenernos en la idea de Ferri sobre la mujer débil, delicada e inferior al varón, y las palabras de Burke acerca de que:

> "*En el caso de las imágenes, y también en el de los textos, el historiador se ve obligado a leer entre líneas, percatándose de los detalles*

significativos, por pequeños que sean…”. (Burke, 2001, pp. 239-240)

En la Figura 6 se observan mujeres trabajando a la par de los varones y cargando canastos de uva de igual tamaño. Se trata de una imagen que dice más de lo que el fotógrafo quiso mostrar. Probablemente éste buscó capturar la pujanza de esta actividad hacia el Centenario y la abundancia que se reflejaban en las cestas rebosantes de uvas. Sin embargo, nos detenemos un momento en aquellos cuerpos femeninos que no eran débiles, ya que soportaban el mismo peso de los canastos que sus compañeros varones. Los niños, en cambio, tenían unas cestas más pequeñas. Esa debilidad y fragilidad adjudicadas a las mujeres, y sobre las que se leía en escritos de filósofos y políticos, se trataba justamente de un estereotipo, ya que la fotografía muestra otra realidad: en ella vemos a mujeres y varones compartiendo una tarea igualmente pesada y ardua, pero que no era remunerada de igual modo.

> “*El mecánico gana 150 pesos, 100 el herrero, carpinteros de 3 a 2.50, obreros en cosecha 1.80, en el resto del año 1.40. Los carreros en cosecha ganan 2.20 y en el resto del año 1.60. Los canequeros ganan de 2.20 a 2 pesos; los peones de 1.70 abajo, según el sexo y edad*”. (Bialet Massé, 1968, p. 577)

Como señala Bialet Massé, los peones encargados de la cosecha ganaban de acuerdo con el sexo y a la edad. En la fotografía vemos a niños con pequeñas cestas de uva; sin embargo, aunque las mujeres cargaban las mismas cestas que los varones adultos, su paga era inferior. Es decir, el trabajo de las mujeres por aquellos años era considerado solo como auxiliar y complementario al del varón, jefe de la familia y, por ende, proveedor del sustento.

Para terminar, hemos visto a través de este caso, cómo las fotografías muestran y ocultan a la vez; por ello, los historiadores deben prestar atención tanto a lo que se enseña como a lo que se trata de silenciar, en este caso, el trabajo femenino devaluado y, sobre todo, la mezquina consideración de las mujeres y su idealización a modo de adorno decorativo en los viñedos.

4.0. Consideraciones finales

Como hemos tratado de mostrar en estas páginas, las imágenes constituyen documentos que guardan información valiosa para los historiadores y la LT, a su vez, se presenta como un método adecuado para reflexionar sobre ello.

Por su lado, las fotografías de las vendimiadoras de la Mendoza de 1910 permiten ejemplificar de qué modo los historiadores abordan, desde su propio contexto social, político y cultural y desde su propia subjetividad también, el estudio y la interpretación de un documento que, por sí solo, representa nada más que un vestigio del pasado pero que, en sus manos, cobra la relevancia de una fuente.

En síntesis y para terminar, los documentos con los que cuentan los historiadores para estudiar el pasado, tanto las fotografías como los escritos, ayudan a visualizar detalles y a leer entre líneas para lograr una mayor y mejor comprensión del pasado. En el caso de las vendimiadoras del Centenario, el abordaje histórico y desde la LT ha hecho posible visibilizar a las mujeres y, al mismo tiempo, analizar las percepciones idealizadas y reales que se han tenido y se tienen sobre ellas.

REFERENCIAS

Burke, P. (2005 y 2001). *Visto y no visto. El uso de la imagen como documento histórico*. Barcelona, Crítica.

Grandin, T. (2006). *Thinking in Pictures. And Other Reports from My Life with Autism*. New York, Vintage Books.

Lobato, M. (2007). *Historia de las trabajadoras en la Argentina (1869-1960).* Buenos Aires, Edhasa.

Marrone, I. y Moyano Walker, M. (comp.) (2006). *Persiguiendo imágenes; el noticiario argentino, la memoria y la historia (1930-1960).* Buenos Aires, Del Puerto.

Mata Rosas, F. (1995). *Fotografía documental paradoja de la realidad*. Presentación de los premios de la Fundación Mother Jones. http://v1.zonezero.com/magazine/articles/mata/matatextsp.html. Consultado 06/09/18.

Mosterín, J. (2003). *Conceptos y Teorías en la Ciencia*. Madrid, Alianza Editorial.

Salatino, D. R. (2017a). *Tratado de Lógica Transcursiva. El origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva*. Mendoza, Argentina, Primera autoedición. ISBN: 978-987-42-5099-5.

Salatino, D. R. (2017b). "*Language production – First part*" Inter. J. Res. Methodol. Soc. Sci., Vol., 3, No. 4: pp. 5-21. (Oct. – Dec. 2017); ISSN: 2415-0371.

Scott, J. (1992). "El problema de la invisibilidad". En Ramos Escandón, C. (comp.). *Género e historia: la historiografía de la mujer.* México, Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 38-65.

Valero, J. M. (2008). *Johan Huizinga. Ver la Historia*. Publicaciones del SEMYR. Actas 6. pp. 439-457.

Director Javier San José Lera. Universidad de Salamanca.
Vasquez, M.G. (2012). *De la casa a la bodega. Mujeres y Vitivinicultura (Mendoza-Argentina entre 1880 y 1914).* Saarbrücken, Editorial Académica Española.
Vasquez, M.G. (2008). “Trabajo femenino en Mendoza entre fines del siglo XIX y principios del XX”. *Revista de la Junta de Estudios Históricos de Mendoza* 6 y 7, pp. 189- 214.

FUENTES

Bialet Massé, J. (1968). *El estado de las clases obreras argentinas a comienzos del siglo.* Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba.
***Censo general de la provincia de Mendoza de 1909* (1910).** Buenos Aires, Compañía Sudamericana de Billetes de Banco.
Huret, J. (1913). *La Argentina; del Plata a la Cordillera de los Andes.* París, Fasquelle.
La vitivinicultura en 1910 (1910). Buenos Aires, Centro Vitivinícola Nacional.

Fuentes periódicas

El Comercio. Mendoza. Año 1902.

La Industria. Mendoza. Años 1909-1911.

12. LA TESIS DE LA INCONMENSURABILIDAD

Un enfoque transcursivo de la evolución teórica

Luciano Paolo Russo[63]

Resumen: El propósito de este trabajo es desarrollar algunos patrones autónomos universales (PAUs) dentro del marco de la lógica transcursiva que muestren esquemáticamente el fenómeno de cambio teórico que acontece en la ciencia, a veces llamado de inconmensurabilidad (cf. Russo, 2017) como una evolución teórica en el marco de la filosofía evolutiva de la ciencia (Marcum, 2013, 2015a, 2015b). Se muestra que la revolución científica no constituye un comienzo nuevo que desecha los conocimientos anteriores, sino más bien una adaptación continua de las teorías como organismos vivos en una perspectiva evolutiva. La estructura de los PAUs permite observar este movimiento dialógico de cambio teórico como unidad y simetría del conocimiento científico.

Palabras claves: lógica transcursiva, esquemas conceptuales, cambio teórico, evolución teórica, filosofía evolutiva, inconmensurabilidad.

1.0. Introducción

La lógica transcursiva constituye un método para analizar la subjetividad como resultado de la relación dinámica entre sujeto y objeto como polos del conocimiento. La filosofía de la ciencia utiliza este método transcursivo para reconstruir procesos teóricos que muestran la dinámica de la ciencia, las relaciones profundas y superficiales mediante las cuales está estructurado el conocimiento y el sujeto cognoscente. La

---

[63]INCIHUSA-CCT-Mendoza-CONICET; UNCuyo-FFyL; UNQuilmes-CEFHIC.

dialéctica que pone en marcha este método proporciona sistemas cíclicos para explicar el comportamiento del sujeto que se propone hacer ciencia, o producir algún conocimiento que será tanto objetivo por sus características metódicas y sistemáticas (al modo tradicional de comprender la ciencia) como subjetivo por su impacto reflexivo en el sujeto que lo produce.

2.0. Inconmensurabilidad y Lógica Transcursiva

Desde el punto de vista de la unificación de la ciencia, p.e. el intento de ver el progreso científico como la continuidad a través de las rupturas, la analogía y la metáfora cumplen la función que otrora Kuhn atribuyera a la inconmensurabilidad semántica local y la inconmensurabilidad evolutiva, respectivamente.

La tesis de la inconmensurabilidad (TI) funciona como un mecanismo o fuerza de selección en la emergencia de nuevas disciplinas y prácticas científicas. La lógica transcursiva constituye en relación con la tesis de la inconmensurabilidad un método metateórico para ordenar los distintos momentos del desarrollo de esta idea de cambio teórico en ciencia. De manera que los polos a relacionar serán la inconmensurabilidad como imposibilidad de comparar dos teorías científicas en liza durante una revolución, hacia una intraducibilidad local, y como punto de llegada la posibilidad de ver la teoría revolucionaria como una nueva adaptación teórica al medio evolutivo de la ciencia.

La analogía en el caso de la TI funciona como condición de posibilidad para la comparabilidad interteórica *pace* cambios revolucionarios en ciencia. De manera que desde una teoría conocida (ciencia normal) nos movemos por analogía a una teoría desconocida (ciencia revolucionaria) para adaptar la práctica científica

a las nuevas exigencias teóricas (al modo del concepto de interpretación kuhniano)

La metáfora funciona aquí en relación con la TI como el camino para aceptar la nueva teoría revolucionaria como una teoría evolutiva que permite adaptar el nuevo conocimiento sobre la realidad a la comunidad científica que lo comienza a practicar (paulatinamente a medida que se acepta). La estructura lógica homologable de dos teorías inconmensurables puede apreciarse gracias al cambio metateórico en la tesis de la inconmensurabilidad, acaecido luego del giro evolutivo en la filosofía de la ciencia contemporánea.

Considerando la simetría[64] como característica deseable de la ciencia, p.e. que la visión científica del mundo natural le otorga cierta estructura lógica profunda que lo hace cognoscible sistemáticamente. En el caso de la TI la simetría se logra en el estadio de la inconmensurabilidad evolutiva y no antes, puesto que dos teorías incomparables están separadas por una relación de contraposición lógica que las define como opuestas e incompatibles. Además, en la versión taxonómica local de TI tampoco observamos simetría, sino una comparabilidad parcial que permite cierta relación de interpretación (no traducción estricta) entre

---

[64] Sobre la simetría y el concepto de invariancia en filosofía de la ciencia desde la perspectiva estructuralista cf. Mühlhölzer (1996)
También sobre la idea de simetría como transformaciones que hacen de un objeto algo que cambia pero al mismo tiempo (y en algún respecto) no cambia, cf. Rickles (2016) Aquí se plantea que la simetría depende de la categoría relevante de análisis según la cual estemos comparando dos objetos (también teorías) Por eso, en nuestro análisis la inconmensurabilidad taxonómica local es un paso intermedio entre la incomparabilidad total y la comparabilidad evolutiva basada en los aspectos (relevantes) compartidos por dos teorías durante una revolución científica.

dos *clusters* de conceptos pertenecientes a lenguajes de teorías en pugna durante una revolución.

Por último, en la versión evolutiva de la inconmensurabilidad, el proceso revolucionario (desorganización, *nabla* ∇) es un pasaje natural (cual los organismos vivos) de adaptación (organización, transformación aparente, aceptación del nuevo paradigma en la comunidad científica) que considera ambas teorías durante una revolución científica como complementarias. La teoría predecesora sienta las bases y condiciones de posibilidad para que la teoría revolucionaria avance y genere nuevas hipótesis más satisfactorias sobre el mundo natural.

Así, durante una revolución científica se produce cierta desorganización (inconmensurabilidad) entre una teoría A y una teoría B, que en primera instancia son vistas como opuestas. Sin embargo, a partir de una nueva organización, que consiste en ver los elementos en común (estructuras lógicas homologables, a veces con contenido empírico compartido si se trata de teorías empíricas) entre las teorías, y conduce a una complementariedad entre los conocimientos que aportan ambas teorías para enriquecer el ámbito científico que se está estudiando (y a la comunidad que lo estudia).

Durante cierto tiempo en una revolución científica, ambos paradigmas o teorías conviven y se practican conjuntamente, presentando elementos yuxtapuestos y a veces contradictorios que generan anomalías y finalmente una crisis. Esta organización es sumamente inestable y entraña una desorganización representada por las fallas de comunicación entre los miembros de la comunidad científica, una ausencia en ambos grupos de un lenguaje compartido para hablar del mundo.

Al transcurrir las prácticas científicas necesarias para dar cuenta de la pertinencia de los cambios teóricos para explicar las anomalías de la teoría extraídas de la práctica normal de la ciencia durante el período revolucionario, la ciencia entra en un nuevo período de práctica normal durante el cual el nuevo paradigma deja de ser revolucionario para ser evolucionario. En este momento de completa adaptación y aceptación, se logra la unidad de la comunidad científica y sus prácticas y resultados, conjuntamente con la simetría buscada entre los conocimientos precedentes que ahora serán historia de la ciencia, y los conocimientos en uso que son ahora ciencia en sentido estricto.

3.0. La lógica transcursiva y la revolución copernicana: un ejemplo en clave transcursiva de cambio teórico.

El enfoque transcursivo tiene como principios rectores la unificación del conocimiento acerca de fenómenos y sistemas empíricos mediante la construcción de un patrón único relacional, y la simetría subyacente a la naturaleza de la realidad que estudia, basada en un enfoque subjetivo de la lógica implicada en el cambio científico. La búsqueda de patrones simétricos que permitan relacionar los fenómenos de la naturaleza es compartida por casi todas las disciplinas científicas desarrolladas. Aquí haremos foco en la astronomía matemática, especialmente en el momento de la revolución copernicana como ejemplo paradigmático de este tipo de cambio científico. Mostraremos el patrón que puede construirse para comprender el movimiento epistemológico al interior de esta revolución científica en términos de una lógica transcursiva para transformar el concepto de revolución en el de evolución, logrando una mejor caracterización del cambio teórico en la revolución

copernicana (al menos en sus aspectos centrales, generales e iniciales)[65].

La lógica transcursiva propone ver el conocimiento científico como consistente de estructuras teóricas que se relacionan funcionalmente entre sí para dar lugar a una lógica o álgebra del conocimiento autónoma, simétrica, complementaria y evolutiva. Por un lado, se construye un PAU (patrón autónomo universal) que dé cuenta de una estructura que por sí misma pueda explicar de manera acabada de qué trata la teoría en particular y cómo se relacionan sus partes esenciales. Por otro lado, habrá que construir un PAU paralelamente con los aspectos funcionales que permitan observar el comportamiento del sujeto respecto del objeto de conocimiento. Por último, construir un PAU que dé cuenta del aspecto metafórico del conocimiento para relacionar la estructura teórica con sus funciones empíricas y pragmáticas, relacionadas con la producción de conocimiento y el contexto de descubrimiento.

El patrón así descubierto permite ir del polo objetivo de lo observable al polo subjetivo de lo universal por analogía, en un nivel profundo. En un nivel superficial, el patrón busca relacionar el caso singular metafóricamente con la regla universal, contrastando empíricamente el caso singular mediante lo observable con la regla. La analogía relaciona el nivel superficial con el profundo permitiendo desarrollar hipótesis explicativas. La metáfora cicla en sentido inverso, desde

---

[65] Una reconstrucción completa de la revolución copernicana en astronomía nos llevaría hasta Lagrange y Laplace –al menos- pasando por Tycho, Kepler, Galileo y Newton. Quizás extendiendo las diversas especializaciones del heliocentrismo lleguemos a nuestra astrofísica actual. Pero la revolución inicial de Copérnico nos da una buena apertura hacia el panorama (r)evolucionario de la ciencia a partir del establecimiento de la cosmología heliocéntrica.

lo profundo a lo superficial, de lo abstracto a lo concreto, aquí surge la investigación científica de contrastación y observación guiada por reglas empíricas y leyes teóricas.

El objetivo es construir con este método un grupo simétrico y genérico que consta de dos elementos estáticos contrapuestos y complementarios, y dos elementos dinámicos opuestos y concurrentes que reordenarán el grupo. Hay una co-presencia de elementos opuestos que están unidos por sus diferencias (organización) en cierta apariencia; además, subyace una co-ausencia de los atributos opuestos que implica una desorganización y la condición de posibilidad para la evolución del grupo. La dialéctica funciona negando el nivel superficial mediante el nivel profundo y reordenando así el nivel superficial para que cicle la estructura.

4.0. La historia de la astronomía como evolución teórica de un patrón autónomo universal

La astronomía matemática utiliza los métodos de la aritmética y la geometría para construir modelos cinemáticos que expliquen el comportamiento regular y eterno de los cuerpos celestes. Hacemos foco en el momento de cambio teórico representado por el encuentro (más que una lisa o lucha como algunos lo ven) de las teorías planetarias ptolemaica y copernicana: la primera como fue expuesta en Almagesto (tomando en cuenta algunas modificaciones –sobre todo desde el punto de vista matemático- que sufrió la teoría respecto de las mediciones planetarias en las Hipótesis Planetarias), y la segunda como se desarrolla siguiendo fielmente a la primera –aunque con importantes modificaciones- en Revoluciones.

Adoptaremos la teoría ptolemaica (TP) como un elemento teórico opuesto y complementario a la teoría copernicana (TC). Los elementos co-presentes son los correspondientes a la geometría y los métodos astronómico-matemáticos para explicar los fenómenos celestes: reducimos estos elementos en el principio del movimiento circular uniforme. Mientras que los elementos co-ausentes son las diversas organizaciones cosmológicas de ambas teorías: geocentrismo y heliocentrismo, como modos de organizar y reorganizar conjuntamente las teorías astronómicas correspondientes.

De manera que la transformación aparente de las teorías ptolemaica y copernicana opera en el principio de movimiento circular uniforme que subyace a la construcción de los modelos geométricos para explicar el comportamiento de los astros. Por un lado, TP construye modelos de deferentes y epiciclos, que son sistemas geométricos compuestos de círculos dispuestos entre sí según ciertas reglas de construcción y cinemática. La Tierra está en el centro de todas las órbitas planetarias (sistemas de deferentes y epiciclos, SED) y el Sol y la Luna son planetas. Por otro lado, TC construye modelos de deferentes y epiciclos del mismo modo pero con un ordenamiento diferente (opuesto, en términos teóricos) que responde al Sol como centro del sistema planetario, la Tierra como un planeta más y la Luna como un subsistema planetario.

Aparentemente, ambas teorías se comportan como explicaciones coherentes con el principio de uniformidad y circularidad de los movimientos. Profundamente, las cosmologías de cada teoría funcionan como reorganizaciones de los modelos geométricos, sus parámetros numéricos y la disposición de las esferas

celestes entre sí. La revolución copernicana consiste en esta reorganización profunda del principio del movimiento circular uniforme (MCU) en términos de una misma geometría pero diferentes cosmologías.

Cada una de las organizaciones teóricas resultantes de una u otra cosmología (ordenamiento profundo) es una contextura teórica diferente y autónoma, pero ligada a la otra mediante un principio rector (MCU) Ambas teorías son epistémicamente equivalentes para explicar los movimientos planetarios aisladamente mediante los modelos geométricos. Pero la evolución teórica, en sentido de un progreso científico resultado de un movimiento dialéctico (no lineal), se muestra en la mayor capacidad de una teoría respecto de la otra para mostrar la coherencia y unidad del cosmos en su totalidad. La TC logra este objetivo mediante el establecimiento de la unidad astronómica universal, la distancia Tierra-Sol, como medida unificadora de todo el sistema astronómico y cosmológico.

Las teorías ptolemaica y copernicana parecen opuestas si se considera la manera diversa de ordenar el cosmos (cosmología) pero atendiendo a los métodos matemáticos para dar cuenta de los fenómenos celestes (astronomía) las teorías son complementarias. TC provee algunos parámetros numéricos más precisos para el cálculo de las distancias planetarias, al tiempo que sigue fielmente los métodos de cálculo trigonométrico y algunos otros parámetros ya establecidos por TP.

Ambas teorías se organizan, p.e. construyen sus contexturas teóricas, en torno del principio del movimiento circular uniforme (MCU) y cada una constituye un nicho ontológico diverso, pero con los mismos elementos observacionales y empíricos. Los

planetas y estrellas son los elementos observacionales y los instrumentos de observación junto con las reglas empíricas de su aplicación son las herramientas de investigación. El nicho ontológico de TP está compuesto por los mismos elementos que el nicho ontológico de TC pero dispuestos de maneras diversas según el orden cósmico que domina cada teoría.

La revolución copernicana representa el momento en el cual el orden cosmológico dominante en la tradición astronómica ptolemaica encuentra su reorganización profunda. Esto ocurre a nivel teórico y no todavía empírico, puesto que las pruebas físicas y observacionales más decisivas llegarían mediante las observaciones de Tycho y Galileo, y las teorizaciones de Kepler y Newton. Aunque ya Copérnico había hecho algunas observaciones cruciales para probar su teoría, sobre todo en la teoría lunar. Sin embargo, sus hipótesis estaban más guiadas por su intuición filosófica que por su destreza científica, limitada instrumentalmente y por seguir demasiado fielmente la tradición ptolemaica.

El experimento mental copernicano más célebre es el relativo al movimiento retrógrado de los planetas. Este difícil problema astronómico intentó ser explicado por Ptolomeo con una Tierra estática y los planetas girando en torno a ella en sistemas de deferentes y epiciclos, con órbitas excéntricas y círculos ecuantes. Ptolomeo pensaba que el movimiento retrógrado de los planetas era real y no sólo aparente. Lo cual tuvo un éxito relativamente alto considerando que fue la explicación dominante por siglos en occidente. Sin embargo, Copérnico intenta una nueva explicación de este fenómeno.

Si la Tierra se mueve, y los planetas también alrededor del Sol, entonces los movimientos retrógrados eran

aparentes y se debían a la diferencia de velocidad entre la Tierra y los planetas. En términos geométricos se explica porque la Tierra, al estar ubicada entre los planetas inferiores (Venus y Mercurio) y los superiores (Marte, Júpiter y Saturno), posee una órbita mayor que los primeros y menor que los segundos. Mientras más grande la órbita planetaria más lento el movimiento angular del planeta: cuando la Tierra adelanta en su órbita el movimiento de Marte, éste parece estático por un tiempo y luego retrograda, hasta que se detiene y retoma su movimiento directo al alcanzar a la Tierra nuevamente.

5.0. La filosofía evolutiva de la ciencia en Marcum y la (r)evolución astronómica copernicana en clave transcursiva

Marcum plantea la historia de la tesis de la inconmensurabilidad kuhniana en tres etapas, dos de las cuales pueden ser puestas en oposición complementaria, y una tercera que es transcursivamente superadora de las anteriores.

A: TIO (Tesis de la Inconmensurabilidad Original: dos teorías son inconmensurables e incomparables, puesto que no hay un lenguaje común al cual traducir los lenguajes de las respectivas teorías en liza durante un cambio teórico revolucionario luego del cual hay un cambio de paradigma; discontinuidad en la historia de la ciencia)

B: TITa (Tesis de la Inconmensurabilidad Taxonómica: dos teorías son localmente inconmensurables y comparables según cierto conjunto de similitud o base empírica común que soslaya los problemas de traducibilidad mediante la interpretación,

el cambio teórico continúa siendo revolucionario, pero existe continuidad y posibilidad de comparabilidad)

V (relación superficial) La interpretación y comparabilidad empírica implícitas en el cambio teórico revolucionario permiten establecer ciertas relaciones de continuidad entre teorías pertenecientes a tradiciones de investigación distintas o en pugna.

∇ (nabla, relación profunda) La relación de asimilación, incrustación, aproximación interteórica o evolución holística que permite entender las dos teorías revolucionarias como momentos transcursivos de oposición y complementación teóricas (además de empíricas y pragmáticas) luego de los cuales la teoría evoluciona, se adapta y toma la forma teórica adecuada al ecosistema (comunidad científica de usuarios, practicantes e investigadores) científico en vigencia.

Hay en los dos primeros momentos de oposición una tajante diferencia teórica que implica cambio radical y revolucionario. Luego, la complementación viene de la mano de decisiones políticas al interior de la comunidad científica que implican evaluar los cambios teóricos para adoptar nuevos usos de los conceptos relevantes de la teoría en cuestión y así establecer un nuevo período de ciencia normal.

La evolución no se presenta sino hasta que la nueva teoría cristaliza en un paradigma de práctica científica normal, con aplicaciones y tecnologías correspondientes al desarrollo de los nuevos conceptos teóricos.

Por ejemplo, la revolución copernicana presenta el concepto de 'planeta' primero como un cuerpo celeste que orbita en torno a la Tierra y luego uno que lo hace

en torno al Sol, siendo la Tierra otro de los planetas que a su vez tiene un cuerpo celeste (la Luna) orbitando alrededor suyo. Los 'planetas' copernicanos retrogradan en función del movimiento paraláctico observado desde la Tierra, y no se mueven de esta manera aparente en virtud de epiciclos y deferentes, sino de la diferencia del tamaño absoluto de sus órbitas respecto de la órbita terrestre alrededor del Sol (que es el patrón universal de medida astronómica o unidad astronómica a partir de Copérnico)

Ahora bien, los planetas ptolemaicos son en cierto sentido los mismos cuerpos celestes o sistemas empíricos de los que habla la teoría copernicana. Esta similitud empírica cesa en la interpretación cosmológica de los modelos astronómicos que constituyen ambas teorías; sin embargo, hay un isomorfismo matemático (al menos parcial) que permite la comparación interteórica, considerando todavía que ambas teorías hablan de los mismos sistemas empíricos, solo que ordenados de manera diversa según la interpretación cosmológica del caso. La complementariedad es a nivel matemático, puesto que los modelos son isomórficos; pero también es a nivel empírico, al menos parcialmente, puesto que se solapan los sistemas reales de los que pretende hablar cada teoría por separado, antes y después de la revolución.

En tercer lugar, profundamente en este modelo autónomo (PAU) se producen ciertas relaciones de continuidad entre ambas teorías que pueden llamarse relaciones evolutivas, que incrustan los términos de la teoría anterior (ptolemaica) en la teoría posterior (copernicana) pero en una cosmología (interpretación empírica) parcialmente

divergente. La asimilación de los términos conlleva una aproximación interteórica que en conjunto representan una evolución de la teoría en su totalidad, p.e. una adaptación paulatina de la teoría al nuevo ambiente científico (paradigma, en sentido amplio: incluyendo la comunidad científica, los usos de los términos teóricos en situaciones diversas, y las aplicaciones tecnológicas asociadas a la teoría -navegación, cronometría, astrología-)

Esto debería poder ciclar de alguna manera autónomamente y ser aplicado a los cambios observados en la historia de la astronomía luego de la aparición del telescopio y la teoría gravitatoria universal. No he incluido el avance de Kepler, que podría bien fungir como un tercer elemento sinérgicamente relacionado con las teorías de Ptolomeo y Copérnico. Quizás esto pueda hacerse en un PAU funcional (Salatino, 2017, p. 233) (Figura 1).

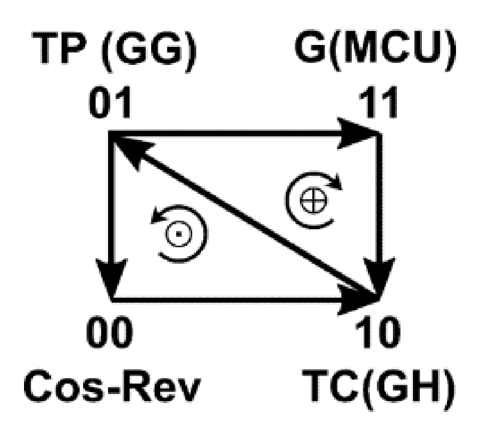


Figura 1 PAU REVOLUCIÓN COPERNICADA
(Extractado de Russo, 2017)

6.0. Continuidades y rupturas como complementariedades y oposiciones

La hipótesis de que el cambio revolucionario no implica una ruptura radical con la tradición, sino el desarrollo de la ciencia a partir y a través de la tradición, es central para comprender lo que aquí se expone. La revolución propiamente dicha se muestra al abordar el concepto de movimiento terrestre: la revolución de la Tierra alrededor del Sol. Esta revolución es la que señala la relevancia fundamental de la determinación de la distancia Tierra-Sol en la teoría heliocéntrica. Esto se opone con la determinación de la distancia relativa a cada sistema planetario en Ptolomeo, y con la posición fija de la Tierra en su sistema.

Las continuidades geométricas y matemáticas también muestran la complementariedad de ambas teorías. No sólo los métodos de medición de las distancias planetarias eran los mismos: paralaje lunar y solar (o diurna), proporcionalidad de las distancias gracias al principio de circularidad y uniformidad (no sólo del movimiento sino también de las formas). Decir que la TC representa un progreso respecto de la TP, es lo mismo que afirmar que ambas son complementarias, a pesar de su aparente oposición.

Como corolario la distancia heliocéntrica de cada planeta indica que el sistema solar puede medirse de manera absoluta, p.e. con una medida universal y no sólo relativa a cada planeta. Este es el aporte más importante de Copérnico, desde el punto de vista astronómico, a la disciplina científica posterior.

> "*Por lo que sabemos, Copérnico fue el primero en comprender claramente que estos radios son solo diferentes porque los radios R de los deferentes se toman como una unidad. Sin embargo, si uno*

> *usa el radio de la órbita de la Tierra (o del Sol) como unidad, entonces a = R / r para un planeta exterior y a = r / R para un planeta interno nos proporciona la distancia heliocéntrica de cada planeta.*" (Neugebauer, 1968: 92) (Traducción propia).

Ambos sistemas pueden compararse gracias a esta base de medida. Lo que significa que donde muchos pusieron el foco para hacer diferencias radicales entre los sistemas ptolemaico y copernicano, algunos vieron la posibilidad de comparar los sistemas y hacerlos compatibles. Además, si llevamos esta idea un poco más lejos –sin temor a equivocarnos- podemos decir que teorías inconmensurables de hecho son comparables. Y aún que cambios teóricos inconmensurables no impiden el progreso científico, sino que lo posibilitan (Marcum, 2013, 2015) Este asunto es tangencial a nuestro presente trabajo y no lo ahondaremos aquí.

Que el orden de los planetas esté referido a la duración de sus revoluciones alrededor del Sol (primer principio o principio guía copernicano) es una clara muestra de que Copérnico pretendía dar cuenta de todo su sistema geométrico de las estrellas mediante la determinación precisa de la distancia Tierra-Sol. Es claro que dicha distancia, que es el radio de la esfera terrestre, p.e. su órbita alrededor del Sol representa la unidad básica de medida astronómica copernicana. Para Ptolomeo, en cambio, el orden de las esferas está determinado por contigüidad entre sí, o anidamiento. Este orden no encuentra un fundamento geométrico ni cosmológico claro, ni en Almagesto ni en Hipótesis.

7.0. Evolucionando la revolución copernicana: un análisis transcursivo.

TIO: tesis de inconmensurabilidad original (O)

TIT: tesis de inconmensurabilidad taxonómica (S)

ICE: interpretación y comparabilidad empíricas (V)

AIA: asimilación, incrustación y aproximación (∇)

El planteo en nuestro trabajo anterior (Russo, 2017) era estructuralmente elemental, es decir, estático, pues planteaba una relación contradictoria al interior de cada teoría, por falta de una "medida común" de significado. En esta nueva aproximación está planteada una evolución, una dinámica cíclica distinta, por la cual los significados "evolucionan" y se adaptan de una manera diacrónica y dialógica (p.e. no en un marco lógico estático, sino dinámico)

Por este motivo utilizamos un PAU HEMICÍCLICO (Cfr.: Salatino, p. 37), en el cual las funciones no son biunívocas solamente, sino que ciclan en el mismo sentido dos veces, invocando una contradicción primero y una complementariedad después pero en un sentido "progresivo" o "adaptativo" de las teorías a su nuevo "ambiente científico". Ya que nuestro objetivo no es analizar por separado los elementos que determinan en la apariencia el funcionamiento de un sistema, como hacemos con un PAU estructural (estático), sino tratar de separar apariencia de realidad mediante un PAU funcional.

Pero a diferencia de un PAU funcional aquí se aborda desde la relación directa de los elementos teóricos fundamentales y no de las transformaciones lógicas[66]. Por eso, la separación entre apariencia (en nuestro caso los significados conceptualizados mediante la teoría ptolemaica) y realidad (los significados conceptualizados

[66] Recordemos que la teoría planetaria ptolemaica y la copernicana son mutuamente transformables –"traducibles parcialmente"- mediante isomorfismos matemáticos y lógicos, aunque esto no es suficiente para salvar la inconmensurabilidad teórica.

mediante la teoría copernicana) se logra al margen de la alternancia funcional (contradicción y complementariedad) a la que puedan estar sometidos los elementos estructurales considerados (o sus conceptos teóricos correspondientes).

Como se puede apreciar en el esquema (Figura 2), hay aspectos que dependen del observador (TIT). Los hay que dependen del fenómeno observado (TIO). Existen “leyes de correspondencia” (ICE) que permiten relacionan directamente los dos anteriores. Por último, hay aspectos que relacionan lo teórico y lo empírico de una manera indirecta y no observable (AIA). Los códigos nos sirven para identificar y operar con cada uno de ellos, cuando se analiza la dinámica del sistema.

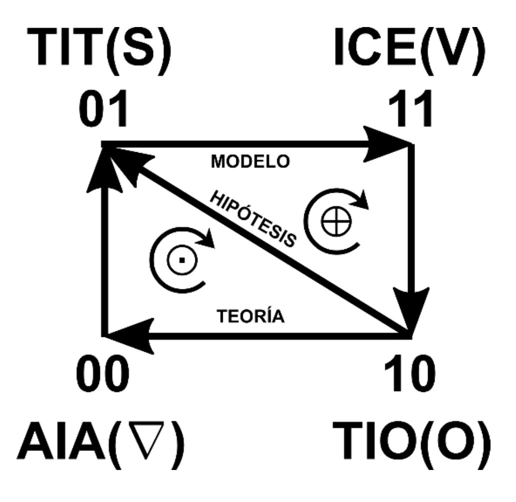


Figura 2 PAU DE LA TESIS DE INCONMENSURABILIDAD

La TIT y la TIO relacionadas mediante las “leyes de correspondencia” permiten elaborar un “modelo” que será utilizado para probar una hipótesis (nivel superficial o aparente). Cuando los resultados obtenidos

con el funcionamiento del modelo no coinciden adecuadamente con el fenómeno real, es decir, cuando la teoría no predice el fenómeno y por tanto no lo explica, se deben realizar ajustes. La forma de ajustar el modelo es aproximando mejor la teoría a los hechos, aproximando mejor los modelos entre sí (en los niveles “teóricos” y “empíricos”), aproximando mejor las leyes fundamentales de las teorías en liza (ptolemaica geocéntrica, y copernicana heliocéntrica), y aproximando mejor las teorías entre sí (mediante reducciones interteóricas aproximativas que “salven” la inconmensurabilidad parcial –débil- que se da en la (r)evolución inicial de Copérnico.

Esto se logra mediante los conceptos derivados (aproximativamente reducidos), que de una manera no evidente (nivel profundo del sistema) y con menor nivel de abstracción, aportan nuevas definiciones a los conceptos teóricos que ayudan a verificar la hipótesis planteada inicialmente.

La dinámica del sistema consta de dos ciclos: uno superficial (en sentido horario) y gobernado por XOR (⨁) y uno profundo (también en sentido horario) manejado por XNOR (⨀) o equivalencia. El primero itera varias veces hasta que se necesiten ajustes en donde se dispara el segundo, para luego volver al primero.

8.0. Conclusión

La tesis de la inconmensurabilidad analizada desde el marco de la filosofía evolutiva de la ciencia y esquematizada mediante la lógica transcursiva se muestra como un cambio gradual de sucesivas adaptaciones de una teoría científica a nuevos contextos de aplicación (empíricos) y usos (pragmáticos). Las contradicciones y complementariedades son relaciones

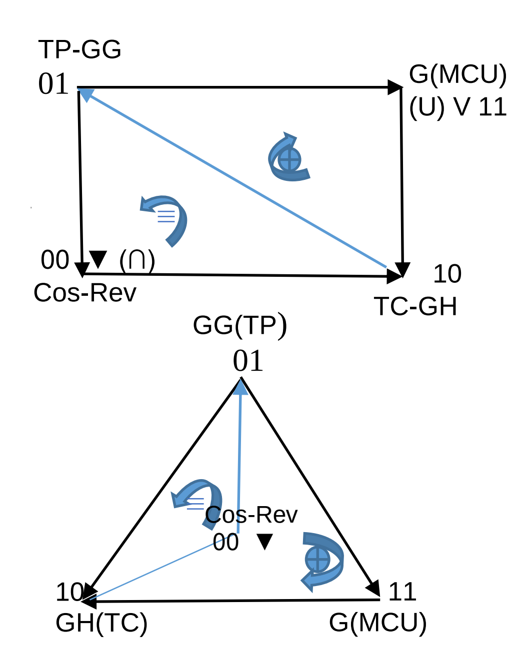
diádicas biunívocas que destacan un doble aspecto funcional de los cambios al interior de conceptos (conjuntos de conceptos) revolucionarios.

Por un lado, los significados de los términos durante una (r)evolución teórica se oponen en su conceptualización (dependiente de una teoría en cuestión que los determina unívocamente según su ley fundamental) y se unen en su aplicación intencional (aunque varían en su aplicación exitosa en cada teoría), p.e. en los sistemas empíricos cuyo funcionamiento pretenden explicar.

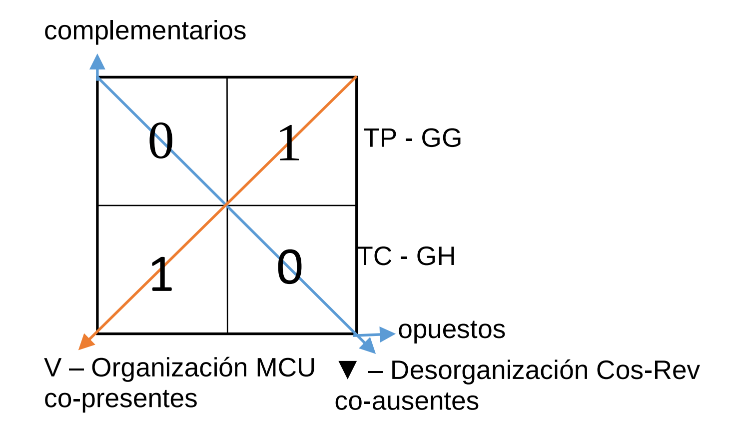
El concepto de inconmensurabilidad cumple una doble función disruptiva del cambio teórico en ciencia, reorganizando las estructuras profundas de las teorías (mediante el funcional ∇ (*nabla*) de la lógica transcursiva, que es siempre un agente subjetivo del conocimiento, p.e. una decisión pragmática y axiológica sobre el conocimiento científico) por un lado, y estableciendo relaciones entre las teorías que permiten aproximar los contenidos teóricos de unas a los de las otras mediante lo que Kuhn llamó “bases empíricas comunes”, que deben ser caracterizadas estructuralmente (como lo hizo el estructuralismo metateórico de manera precisa).

La lógica transcursiva nos permite abordar los aspectos pragmáticos de la ciencia, sin pasar por intricados laberintos formales (que son necesarios cuando se intenta explicar precisamente una teoría científica), enfocándonos en el aspecto subjetivo del lenguaje científico y apuntando en la dirección de las decisiones que toma el científico particular al cambiar el significado de un término teórico fundamental. Aún queda mucho camino por recorrer en esta dirección y éste es sólo el inicio.

APÉNDICE



TP-GG
01
G(MCU)
(U) V 11
00 ▼ (∩)
Cos-Rev
10
TC-GH
GG(TP)
01
Cos-Rev
00 ▼
10
GH(TC)
11
G(MCU)



complementarios
0
1
1
0
TP - GG
TC - GH
opuestos
V – Organización MCU
co-presentes
▼ – Desorganización Cos-Rev
co-ausentes

Al ciclar de TP a TC mediante MCU se observa la continuidad entre los modelos matemáticos que da cuenta de la unidad de la teoría astronómica de Ptolomeo a Copérnico. Al contraciclar mediante una relación profunda de cambio revolucionario cosmológico se produce la simetría teórica. El MCU se conserva y la cosmología geocéntrica se troca a cosmología heliocéntrica, conservando una base empírica y observacional, al igual que un conjunto de conceptos básicos principales (aunque definidos diversamente en cada teoría), a la cual se aplican ambas teorías.

Los opuestos se unen en sus diferencias gracias a que ambas teorías respetan el principio rector MCU (co-presentes), y comparten un ámbito empírico de aplicación común. Los opuestos se dividen en sus igualdades porque cambia la cosmología asociada a la astronomía matemática o geometría de cada teoría (co-ausentes) Es decir, la cosmología presente en TP está ausente en TC y viceversa, por eso hay una ausencia de una en la otra (co-ausencia); y la geometría presente en TP sigue presente (con algunas transformaciones pero con isomorfismo) en TC (co-presencia).

Símbolos y significados:

GG: geometría geocéntrica; GH: geometría heliocéntrica; G(MCU): Geometría resumida en el principio de movimiento circular uniforme; TP: teoría ptolemaica; TC: teoría copernicana; Cos-Rev: cosmología revolucionaria o cambio cosmológico revolucionario.

Referencias y bibliografía

Copernicus, Nicholas. [1543] (1978) *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*. Trad. Edward Rosen, Ed. Jerzy Dobrzycki, Polonia, Polish Scientific Publishers.

Koyré, A. [1961] (1973) *The Astronomical Revolution*. París-Londres, Cornell University Press.

Kuhn, T. S. (1957) La revolución copernicana. La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental. Cambridge, Harvard University Press.

Kuhn, T. S. (1962) La estructura de las revoluciones científicas. Chicago, University of Chicago Press.

Kuhn, T. S. (1992). The Trouble with the Historical Philosophy of Science. Cambridge: Department of the history of Science, Harvard University.

Marcum, J. A. (2013). Wither Kuhn's historical philosophy of science? An evolutionary turn. En P. Hanna (Ed.), An anthology of philosophical studies (pp. 99-109). Athens: Athens Institute for Education and Research.

Marcum, J. A. (2015) *"The Evolving Notion and Role of Kuhn's Incommensurability Thesis"* en: Devlin, W. J., Bakulich, A. (eds.) *Kuhn's Structure of Scientific Revolutions-50 Years On*, Boston Studies in the Philosophy and History of Science (311: 115-116)

Marcum, J. (2015a). Thomas Kuhn's Revolutions. A Historical and an Evolutionary Philosophy of Science? London: Bloomsbury.

Mühlhölzer, F. (1996) *"Symmetry and Invariance"*. En: Balzer, W. & Moulines, C. U. (eds.) *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results.* Walter de Gruyter, Berlin: 191-218.

Neugebauer, O. (1968) *On the Planetary Theory of Copernicus*. Princeton, Princeton University Press.

Neugebauer, O. (1975) *A History of Ancient Mathematical Astronomy*. New York-Heidelberg-Berlin, Springer.

Pedersen, O. (2010) *A Survey on the Almagest*. Ed. Alexander Jones, New York, Springer.

Ptolomeo, Claudio (1987) Las hipótesis de los planetas. Trad. Eulalia Pérez Sedeño, Madrid, Alianza.

Rickles, D (2016) *The Philosophy of Physics*. 3: Symmetries in Physics. Polity Press, Cambridge.

Ruso, L. P. (2017). *Revolución copernicana: historia de rupturas y continuidades*. En: Creatividad, Investigación y Lógica Transcursiva. Salatino, D.; Cuadrado, G. y Gómez, L. (Editores), pp. 165-182. Mendoza, FRM, UTN.

Salatino, Dante R. (2017) Tratado de lógica transcursiva: origen evolutivo del sentido en la realidad subjetiva. Godoy Cruz, libro digital, ISBN 978-987-42-5099-5.

Swerdlow, N. (1973) "*Derivation and First draft of Copernicus' Planetary Theory: A Translation of the Commentariolus with Commentary*." En: *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 117, N. 6: 423-512.

Swerdlow, N., Neugebauer, O. (1984) *Mathematical Astronomy in Copernicus' De Revolutionibus*. Springer, Berlin.

Toomer, G. J. (1984) *Ptolemy's Almagest*. London, Duckworth.